Arvicoliden (Rodentia, Mammalia) aus dem Mittel- und Jungpleistozän Süddeutschlands

von

Nicola Carls

aus Hamburg

Disbui. Erlangen

1986

Arvicoliden (Rodentia, Mammalia) aus dem Mittel- und Jungpleistozän Süddeutschlands

Den Naturwissenschaftlichen Fakultäten
der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
zur
Erlangung des Doktorgrades

vorgelegt von
Nicola Carls
aus Hamburg

Als Dissertation genehmigt von den Naturwissenschaftlichen Fakultäten der Universität Erlangen-Nürnberg

Tag der mündlichen Prüfung: 30.7.1986

Vorsitzender der Promotionskommission: Prof. Dr. K. Brodersen

Erstberichterstatter: Prof. Dr. J. Th. Groiß

Zweitberichterstatter: Prof. Dr. G. Rabeder

Inhalt

		Seite
1.	Einleitung	1
2.	Funde, Fundorte	2
3.	Methodik	3
4.	Die Gattung Arvicola	5
4.1.	Wissensstand	5
4.2.	Dimensionen (Abmessung der Kaufläche)	10
4.2.1.	Mittelwert von Längen- und Breitenmaßen	10
4.2.2.	Verteilungsmuster	11
4.2.3.	A/L-Werte	15
4.3.	Zahnmorphologie	16
4.3.1.	Die Kaufläche des M_1	16
4.3.1.1.	Morphotypen des M_1	18
4.3.1.2.	M_1-Morphotypen verschiedener Fundstellen	22
4.3.1.3.	Vergleich mit der morphologischen Beschreibung von Arvicola bei NADACHOWSKI (1982)	29
4.3.1.4.	M_1-Morphotypen und ihre Verteilung	31
4.3.1.5.	Metrische und morphologische Beziehungen	33
4.3.2.	Die Kaufläche des M_2	35
4.3.3.	Die Kaufläche des M^3	36
4.3.3.1.	Morphotypen des M^3	36
4.3.3.2.	M^3-Morphotypen verschiedener Fundstellen	37
4.3.3.3.	Vergleich der M^3-Formen	40
4.4.	Zahnschmelz	42
4.4.1.	Schmelzbanddicke	42
4.4.2.	Schmelzstruktur	46
4.5.	Résumé zur Gattung Arvicola	50
4.5.1.	Interpretationsmöglichkeiten	52
4.5.1.1.	Vergleich mit Rezentbeobachtungen	52
4.5.2.	Taxonomische Konsequenzen	55
5.	Die Gattung Microtus	57
5.1.	Allgemeine Fragen	57
5.2.	Methodisches Vorgehen	58
5.3.	Die Kaufläche des M_1	59
5.3.1.	Zahnmorphologie (Morphotypen)	59
5.3.2.	Beziehung zwischen Morphotypen und Arten	66
5.3.3.	Metrischer Vergleich	67

5.3.4. Morphotypen der einzelnen Fundstellen 69
5.3.5. Résumé 71
5.3.6. Vergleich mit der Bearbeitung HELLERS (1983) ... 72
5.4. Die Kaufläche des M^3 75
5.4.1. Zahnmorphologie (Morphotypen) 75
5.4.2. Morphotypen und ihre Verteilung in den Fundstellen 78
5.4.3. Résumé 79
5.5. Taxonomie 81
6. Die Gattung Clethrionomys 83
6.1. Zahnmorphologie 83
6.1.1. M_1-Morphotypen der einzelnen Fundstellen 83
6.1.2. M^3-Morphotypen 85
6.1.3. M^3-Morphotypen und ihre Verteilung in den Fundstellen 86
6.2. Résumé 87
7. Die Gattung Lemmus 88
7.1. Zahnmorphologie 88
7.1.1. M_1-Morphotypen der einzelnen Fundstellen 88
7.1.2. M^3-Morphotypen 89
7.2. Résumé 89
8. Die Gattung Dicrostonyx 91
8.1. M_1-Morphotypen 91
8.2. M^3-Morphotypen 91
8.3. M^1-Morphologie 92
8.4. Résumé 92
9. Ergebnisse 93
9.1. Biostratigraphie 93
9.2. Palökologie 94

Literatur 97
Zusammenfassung 102
Dank 103
Anhang mit Tafeln I - LIX

1. Einleitung

Vorwiegend aus dem süddeutschen Raum stammende quartäre Kleinsäuger der Sammlung HELLER, der Zoolithenhöhle und Vergleichsmaterial aus Petersbuch, sowie Rezentfunde sollten bearbeitet werden. Im Vordergrund stand dabei die Untersuchung der Gattung Arvicola LAC.
Es sollten einmal mögliche Veränderungen in der Zeit, d.h. evolutive Vorgänge, soweit wie möglich erfaßt werden, zum anderen wurde bei Arvicola, die in Faunenlisten allgemein als "Ubiquist" aufgeführt wird, der Aspekt eventueller ökologischer Differentiation mit berücksichtigt.
Nach metrischen und zahnmorphologischen Detailergebnissen wurde auch der Zahnschmelz bei Arvicola metrisch und strukturanalytisch untersucht. Diese Bearbeitungsweisen wurden vorgenommen, um Hinweise auf die Altersstellung der jeweiligen Faunen zu erhalten, wie sie z.B. HEINRICH (1978,1982,1983) anhand der Schmelzbanddifferenzierung feststellen konnte und wie Untersuchungen v.KOENIGSWALDS (1980) zeigten.

Nach ersten Ergebnissen bei Arvicola schien die Erweiterung der Untersuchungen auf andere Gruppen wünschenswert und notwendig, um Vermutungen möglicherweise bestätigen zu können, oder aber zu widerlegen.
Dementsprechend wurden -soweit möglich- Vertreter der Gattungen Microtus, Clethrionomys, Lemmus und Dicrostonyx aus den reichlicher belegten Faunenkomplexen in die Bearbeitung mit einbezogen. Diese Ausdehnung der Untersuchungen war aus materialbedingten Gründen nur bei den Fundstellen Hunas, Zoolithenhöhle sowie Fuchsenloch möglich.
Die Bearbeitung wurde bei dem zusätzlich aufgenommenen Material an bis dahin noch nicht sortierten Proben vorgenommen, um möglichst günstige Grundlagen für eine quantitative Analyse zu erhalten.
Die Gliederung der Arbeit entspricht somit weitgehend dem Vorgehen bei der Untersuchung.

2. Funde, Fundorte

Das Fossilmaterial der Sammlung HELLER und die aus der Zoolithenhöhle stammenden Stücke werden im Paläontologischen Institut Erlangen aufbewahrt. Die Fundstellen liegen zum größten Teil im süddeutschen Raum, die Lage der Fundpunkte ist der Skizze (Abb.1) zu entnehmen.

Das Material der Fundstellen Hunas, Gundersheim, Rohrnloch, Göpfelsteinhöhle, Schafstall, Weinberghöhle, Nikolaushöhle, Fuchsenloch und der Zoolithenhöhle wurde im Falle der Untersuchung von Arvicola durch rezentes Vergleichsmaterial ergänzt, wobei sowohl A.terrestris als auch A.sapidus berücksichtigt wurden. A.sapidus stammt dabei ausschließlich aus Portugal, A.terrestris aber aus Deutschland, Österreich, Ungarn, Jugoslawien, dem Iran und Spanien.

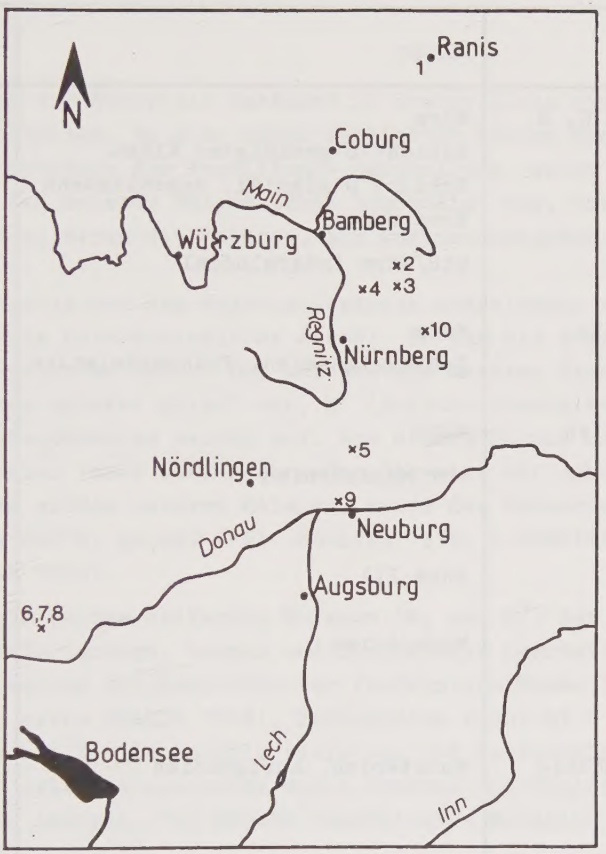
Weiter wurde A.cantiana aus Petersbuch in der Bayerischen Staatssammlung München eingesehen (vgl. v.KOENIGSWALD 1970).

Eine auf Literaturangaben beruhende grobe zeitliche Datierung des Fossilmaterials ist Tab.1 zu entnehmen.

Das Material aus Gundersheim war seiner Herkunft nach nicht näher gekennzeichnet; Datierungen nach HELLER (1936) ergeben oberpliozänes Alter, jedoch zeigt die Anwesenheit von Arvicola, daß durch eventuell Beimischungen jüngere Anteile enthalten waren.

Im Falle der Schmelzuntersuchungen bei Arvicola wurden noch Einzelfunde aus den Fundstellen Sesselfelsgrotte, Binghöhle, Geyerloch, Brunnenholzhöhle, Raumgrotte, Tönisberg, Westhofen, Pilgerhaus, Mosbacher Sande (alle Sammlung HELLER) und aus Hundsheim (Sammlung Universität Wien) berücksichtigt.

Wieviele Exemplare jeweils in die Bearbeitung eingegangen sind, ist den Tabellen und Abbildungen zu entnehmen.



LEGENDE

1 Ilsenhöhle
2 Fuchsenloch
3 Rohrnloch
4 Zoolithenhöhle
5 Petersbuch
6 Göpfelsteinhöhle
7 Nikolaushöhle
8 Schafstall
9 Weinberghöhle
10 Hunas

Lage der Fundstellen Abb.1

Lokalität	Alter	Autor
Fuchsenloch C, D	Würm Schicht C gemäßigtes Klima Schicht D glacial, anschließend Erwärmung	HELLER 1955
	Riß/Würm Interglacial	BRUNNER 1954
Nikolaushöhle	Würm Spätaurignacien, Frühmagdalenien	HELLER 1936
Weinberghöhlen	Würm	HELLER 1955
	vor Magdalenien	v.KOENIGSWALD 1974, 1975
Ilsenhöhle	Würm III	HELLER 1977
Schafstall	Mousterien	PETERS 1936
		BINDER 1979
Göpfelsteinhöhle	Mousterien, Aurignacien	PETERS 1936
		BINDER 1979
Rohrnloch	Alt- und Jungdiluvium	BRUNNER 1941
	Riß, Riß/Würm	HELLER 1967
Zoolithenhöhle	Würm	GROISS 1979
Hunas	ausgehendes Riß, Riß/Würm	GROISS 1983
Petersbuch	Mittelpleistozän, Tarkö-Phase bis Holstein	v.KOENIGSWALD 1970

Tab.1

3. Methodik

Die Erhaltung des Materials bestimmt in erster Linie die Untersuchungsmöglichkeiten. Da hier neben isolierten Zähnen Mandibelfragmente die Hauptmasse der Fossilfunde darstellten, wobei das Knochenmaterial in den meisten Fällen stark beschädigt war, wurden die Zähne, und hier wiederum die Molaren, als Untersuchungsbasis herangezogen.
Im Falle Arvicola war das Material bereits ausgelesen; auffallend hierbei war die unterschiedliche Anzahl, in der die einzelnen Zahnpositionen vertreten waren. Die mit Abstand meisten Exemplare lagen als M_1 (erster unterer Molar) vor, M^3 (dritter oberer Molar) trat dagegen vergleichsweise selten auf. Aus diesem Grunde und wegen der in der Literatur immer wiederkehrenden Hinweise auf erhöhte Aussagefähigkeit der ersten unteren Molaren, wurde der Schwerpunkt auf die Untersuchung der M_1 gelegt (vgl. CHALINE 1972; v.KOENIGSWALD 1977; FORSYTH MAJOR 1876).

Neben Arvicola wurden weiterhin Molaren (M_1 und M^3) der Gattungen Microtus, Clethrionomys, Lemmus und Dicrostonyx bearbeitet. Dieses Material wurde aus Schlämmproben der Fundstellen Hunas (und hier der G-Schichten, siehe HELLER 1966), Fuchsenloch (Schicht C und D, vgl. HELLER 1955) und Zoolithenhöhle (Guloloch und Wolfsschlucht, vgl. GROISS 1979) selbst ausgelesen; damit bestand die Möglichkeit zur quantitativen Analyse. Von HELLER bearbeitetes Material blieb dabei unangetastet.

Das gesamte Material, d.h. alle unten aufgeführten Funde, wurden mit Hilfe eines Wild-Mikroskopes mit Zeichenspiegelzusatz gezeichnet und vermessen. An den Molaren von Arvicola wurden Längen- und Breitenmessungen vorgenommen, die Lage der Meßpunkte ist in Abb.2 dargestellt. Nach Möglichkeit wurden ferner Länge der Zahnreihen, bzw. die Länge von M_{1-2} ermittelt.
Auch die Molaren der übrigen genannten Gattungen wurden gemessen, wobei dort die Gesamtlänge der jeweiligen Zähne, sowie Teillängen (Anteroconidkomplex bzw. Hinterlobus) ermittelt wurden.

Bei Arvicola wurde -wie bei HEINRICH (1978) angegeben- die Dicke des Schmelzbandes gemessen.

Es wurde für M_1 der Schmelzbanddifferenzierungsquotient SDQ (vgl. HEINRICH 1978,1982) errechnet, wobei gilt:

$$\frac{\text{hintere Schmelzbanddicke}}{\text{vordere Schmelzbanddicke}} \times 100 = \text{SDQ}$$

Zur Untersuchung der Schmelzstruktur wurden Schliffpräparate angefertigt (siehe RABEDER & SATTLER 1984), die unter dem Polarisationsmikroskop den Aufbau des Zahnschmelzes zeigen.

Die metrischen Ergebnisse wurden zur Übersicht in vielen Fällen graphisch dargestellt. Bei der Anfertigung dieser Darstellungen wurde versucht, die unterschiedliche Anzahl, in der die einzelnen Fundstellen belegt waren, mit zu berücksichtigen, um genauere Vergleiche anstellen zu können.
Dabei gilt:

n = Schrittlänge
r (range) = Differenz zwischen größtem und kleinstem Meßwert
r / Meßeinheit = Zahl der Meßklassen (MK)
MK / n = Schrittgröße

Die Lage für $\bar{x}$ ergibt sich aus der Zahl der Meßklassen. Ist die Zahl der MK gerade, liegt $\bar{x}$ auf der Grenze zweier Klassen; ist dagegen die Zahl der MK ungerade, liegt $\bar{x}$ in der Mitte einer Klasse.

Um Ähnlichkeiten oder Abweichungen der für die verschiedenen Fundstellen erzielten Ergebnisse biostatistisch überprüfen zu können, wurde in einigen Fällen der Student-t-Test angewandt (vgl. MARSAL 1979).

Da nicht nur Zahnlängen und -breiten, sowie deren Verhältnisse zueinander, sondern auch die Form und Ausbildung der Molaren zur Charakterisierung dienen, wurden zum einen möglichst viele Zähne abgebildet (siehe Tafeln I-LIX), zum anderen wurde versucht, das Material einer Morphotypenanalyse zu unterziehen. Die Terminologie wurde hier von RABEDER (1981) übernommen. Die Nomenklatur ist der Abb.3 zu entnehmen.

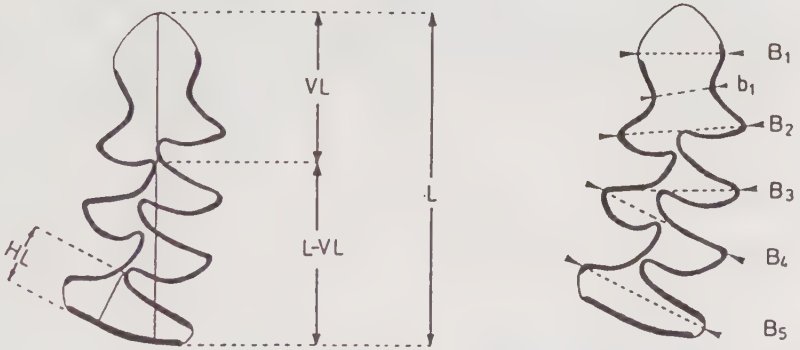


Abb.2 Lage der Meßpunkte (alle Maße in mm!)

b_1, B_1 bis B_5 : Breitenmaße
VL : Länge des Vorderlobus (= Anteroconidkomplex)
L-VL : Gesamtlänge abzüglich der Länge des Vorderlobus
L : Gesamtlänge
HL : Hinterlobus

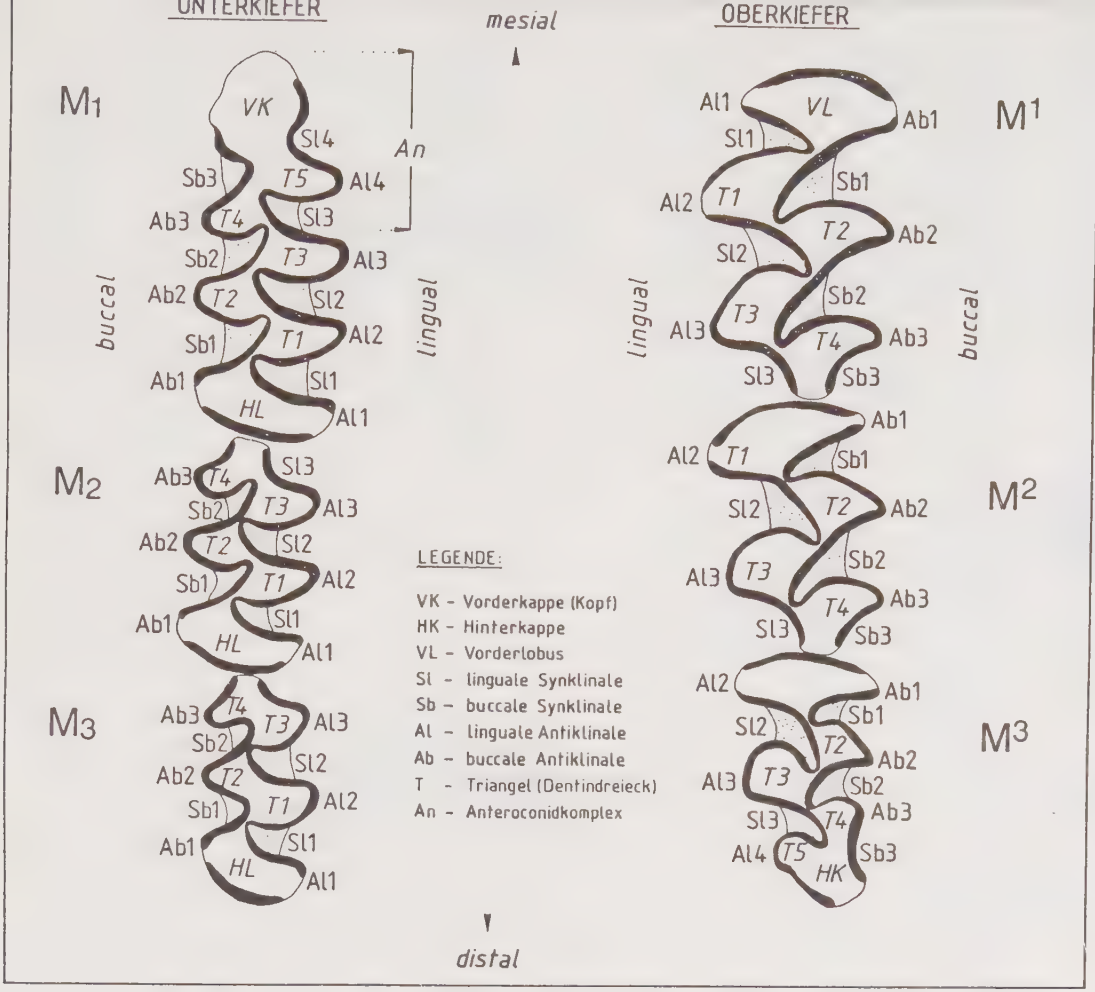


Abb.3
Bezeichnung der Zahnelemente nach RABEDER 1981, verändert

4. Die Gattung Arvicola

4.1. Wissensstand

Die Zuordnung zu der Gattung Arvicola LAC. innerhalb von Kleinsäugerfaunen fällt zunächst nicht sonderlich schwer, da die Kriterien zur Gattungsdiagnose, insbesondere des M_1 und des M^3, relativ leicht erkennbar sind:

- absolute Maße der Molaren,
- Ausbildung der Kaufläche, d.h. Anzahl der Dentindreiecke und deren Anordnung, sowie Ausbildung des Anteroconidkomplexes im Unterkiefer, bzw. der Hinterkappe im Oberkiefer,
- Fehlen jeglicher Andeutung von Wurzelausbildung (im Gegensatz zur Vorläufergattung Mimomys),
- Anwesenheit von Zement in den Synklinalen.

Auch die anderen Zahnpositionen sind für Arvicola eindeutig; die ersten unteren, sowie die dritten oberen Molaren eignen sich jedoch am besten für Detailuntersuchungen. Sie bieten charakteristische Merkmale in Form des Anteroconidkomplexes bei M_1, bzw. der Hinterkappe bei M^3. Möglicherweise durch ihre bzgl. der Kaufläche und dem Kaudruck exponierten Lage innerhalb des Kiefers nehmen sie eine Sonderstellung ein (vgl. HEINRICH 1982; AGADJANIAN 1983).

Verwechslungsmöglichkeiten mit Zähnen anderer systematischer Gruppen sind damit relativ leicht vermeidbar. Genauere, d.h. artliche Zuordnung wurde demgegenüber durch die in der Vergangenheit zahlreich aufgestellten Spezies äußerst schwierig, insbesondere dann, wenn durch eine Fülle von Material die erhebliche Variabilität des Kauflächenmusters erkennbar wird.

Durch Vergleiche mit rezentem Material wird das Problem der artlichen Zugehörigkeit nicht unbedingt gelöst, da rezentbiologisch verschiedene Spezies anhand vieler Merkmale, wie z.B. Fellfärbung, Gewicht, Schwanz- und Körperlänge, Anzahl der Tuberkeln an den Hinterfüßen, Karyotypmuster etc. aufgestellt werden, Merkmale also, die begreiflicherweise paläontologisch nicht erfaßt werden können. Fossiles Material, so auch das von Arvicola, stützt sich demgegenüber auf die am besten erhaltenen Reste, die meist in Form von Zähnen vorliegen.

Die Zuordnung der charakteristischen Molaren erweist sich aber sicherlich nicht nur wegen der besseren Erhaltungsfähigkeit und der damit verbundenen vergleichsweise hohen Anzahl der Funde als sinnvoll, sondern auch wegen des möglichen direkten Bezuges zu den Nahrungs- und damit z.T. zu den Lebensgewohnheiten der Tiere. Dabei spielt die Kauleistung eine große Rolle; sie wird durch viele Faktoren bestimmt, wie z.B. durch die Ausbildung von Wurzeln oder durch Dauerwachstum der Zähne, Anzahl der Schneidekanten und Beschaffenheit des Schmelzes.
Das bei Arvicola erreichte Dauerwachstum der Molaren bedeutet biomechanisch eine Leistungssteigerung im Vergleich zu der noch wurzeltragenden Ahnform Mimomys. Nachdem ein Stadium mit permanent wachsenden Zähnen eingetreten war, konnte durch Umbildung im Zahnschmelz eine weitere Verbesserung eintreten (siehe v.KOENIGSWALD 1980). Insgesamt lassen sich durch Detailuntersuchungen der Molaren Hinweise auf Phylogenie, Stratigraphie und Taxonomie ableiten, Merkmale und Merkmalsänderungen können z.T. biomechanisch gedeutet werden.

Laut älterer Literatur (HINTON 1910,1926; HELLER 1931/32,1955,1966, 1968,1969) unterschied man bei der Gattung Arvicola LAC. zahlreiche Arten, die aufgrund morphologischer und metrischer Unterschiede, insbesondere des ersten unteren Molaren (M_1) aufgestellt wurden. Oftmals handelte es sich dabei um Untersuchungen an nur sehr wenigen Exemplaren, die durch verschiedenartige Ausbildungen des Vorderlobus (= Vorderschleife oder Anteroconidkomplex, vgl.Abb.2,3) zahlreichen Arten zugeordnet wurden. V.KOENIGSWALD (1970,1972,1974,1980), STORCH (1971), HEINRICH (1978,1982) u.a. zeigten jedoch, daß ein Aufrechthalten dieser Arten nicht möglich ist. Durch Bearbeitung großer Materialmengen wurde deutlich, daß ursprünglich als Arten beschriebene Formen lediglich Varianten einer Gruppe darstellen, die durch große morphologische Variabilität gekennzeichnet ist (vgl. NADACHOWSKI 1982; AGADJANIAN 1983).

Exakte Untersuchungen, die an dem den Zahn umgebenden Schmelz vorgenommen wurden, erwiesen sich dagegen als außerordentlich aufschlußreich. Schon HELLER (1931/32) wies auf unterschiedlich ausgebildete Dicke des Schmelzbandes bei stratigraphisch älteren im

Gegensatz zu stratigraphisch jüngeren Formen hin. HEINRICH (1978) konnte mit Hilfe genauer Messungen der Schmelzbanddicke bei Arvicola nachweisen, daß mit abnehmendem stratigraphischen Alter eine Umkehrung der Dicke des Schmelzes (luv/lee) erfolgte. Durch weitere Bearbeitung gelang es (HEINRICH 1982), eine Zonengliederung aufzustellen, welcher Untersuchungen der Schmelzdifferenzierung zugrunde liegen. Somit kann die Gattung Arvicola als wertvolles Kriterium zur Bestimmung der Altersstellung angesehen werden.

V.KOENIGSWALD (1980) zeigte, daß der Aufbau des Zahnschmelzes bei Arvicoliden bedeutende Anhaltspunkte für die Entwicklung (Evolution) liefert, indem er durch Analyse der Ultrastruktur des Zahnschmelzes mechanische Vorgänge während des Kauvorganges rekonstruierte und somit die Schmelzumwandlung funktionsmorphologisch deuten und begründen konnte.

Durch diese oben kurz genannten neuen Bearbeitungsmethoden lassen sich heute in fossilem Material grundsätzlich folgende Arten der Gattung Arvicola unterscheiden:

- A.cantiana (entspricht laut AGADJANIAN der Art mosbachensis), als direkter Nachfahre der Gattung Mimomys. A.cantiana bildet im Gegensatz zu Mimomys keine Wurzeln mehr aus, aber es liegt noch ursprüngliche Schmelzbanddifferenzierung vor, d.h. konvexer oder Lee-Schmelz ist dicker ausgebildet als konkaver oder Luv-Schmelz; dieses Schmelzmuster wird bei RABEDER (1981) als pachyknem bezeichnet, wobei nicht nur die Schmelzbanddicke der mesialen bzw. der distalen Antiklinalschenkel unterschiedlich ist, sondern auch deren Struktur (vgl. v.KOENIGSWALD 1980).

- Die Umwandlung von A.cantiana in A.terrestris vollzog sich laut HEINRICH (1982) im Übergang von der Eem-Warmzeit zur Weichsel-Kaltzeit, sie kann sogar mit dieser Grenze zusammenfallen.
A.terrestris ist heute noch sehr weit verbreitet (siehe REICHSTEIN 1982). Gegenüber A.cantiana zeigt A.terrestris moderne Schmelzbanddifferenzierung; Luv-Schmelz der konkaven Antiklinalschenkel ist also im Gegensatz zu dem Lee-Schmelz der konvexen Antiklinalschenkel dicker. RABEDER (1981) nennt diese Ausbildung (ebenfalls unter Berücksichtigung der Struktur) pityknem.

- Formen mit allseitig gleichdickem Schmelzbelag werden mit dem "Arbeitsnamen" cantiana-terrestris belegt, sie nehmen eine vermittelnde Stellung zwischen A.terrestris und A.cantiana ein. Die dort vorliegende Schmelzdifferenzierung nennt RABEDER (1981) mesoknem.

- STORCH (1971) behandelt eine Riesenform aus dem Jungpleistozän Süddeutschlands als eigene Art, A.antiquus, die er für das letzte Hochglacial nachwies und die im Übergang zum Holozän dann ausstarb. Gegenüber A.terrestris zeichnet sich A.antiquus besonders durch abweichende Morphologie des M_1, durch ihre Größe und durch Prognathie der Incisivi aus und läßt sich laut STORCH (1971) somit von A.terrestris abgrenzen.

- Als eigenständige Art muß weiter A.sapidus erwähnt werden, die heute in Westeuropa heimisch ist und sich morphologisch, vor allem aber durch ihre extreme Größe von mittel- bis osteuropäischen Schermäusen unterscheidet. In rezentbiologischem Sinn hat A.sapidus auf jeden Fall als eigene Art zu gelten (vgl. REICHSTEIN 1982). Laut AGADJANIAN (1983) sind bei A.sapidus die vorderen und die hinteren Schmelzwandprismen in den meisten Fällen gleich stark ausgebildet und weisen damit eine geringere Spezialisierung auf als A.terrestris. Weitere Unterscheidungsmerkmale zu A.terrestris lassen sich auch im Bereich des vorderen Schädelabschnittes feststellen.

Wann eine Trennung in A.terrestris und in A.sapidus erfolgte, bzw. wo gemeinsame Vorfahren dieser beiden Arten zu suchen sind, ist bislang noch nicht eindeutig geklärt. Nach AGADJANIAN (1983) fand im Riß 2 eine Abdrängung nach Westen durch das Hochglacial statt, das heutige Verbreitungsgebiet von A.sapidus stellt nach dieser Theorie ein Reliktareal dar.
RABEDER (1981) vermutet, daß die Arvicolini durch eine Mimomys-Radiation im Ruscinium sich in Mimomys (Microtomys), Mimomys (Mimomys), M. (Dinaromys), M. (Kislangia) und Dolomys aufspalteten. Die beiden rezenten Vertreter der Gattung Arvicola (A.terrestris und A.sapidus) gehen nach RABEDER (1981) aus verschiedenen Mimomys-Linien hervor, die sich schon zu Beginn des Csarnotium voneinander getrennt haben.

Nach dieser Hypothese wären A.cantiana und A.terrestris dem Subgenus Microtomys zuzurechnen, A.antiquus und A.sapidus dagegen dem Subgenus Mimomys.

REICHSTEIN (1982) unterscheidet zwei Entwicklungslinien, die spätestens seit dem letzten Interglacial (Moustérien) mit einer großen Form zu A.sapidus leiten, mit einer kleinen zu A.terrestris. Eine Aufspaltung wird damit also wesentlich später angenommen.

4.2. Dimensionen (Abmessung der Kaufläche)

4.2.1. Mittelwerte von Längen- und Breitenmaßen

Um eventuelle Veränderungen der Zahngröße oder einzelner Zahnabschnitte erfassen zu können, wurden zahlreiche Strecken eines jeden Zahnes vermessen (siehe Abb.2). Die auf diese Weise erhaltenen Werte wurden in (nicht abgebildeten) Punktdiagrammen gegeneinander aufgetragen. Metrische Unterschiede ließen sich dabei bei dem fossilen Material nur undeutlich erkennen, bei dem rezenten Vergleichsmaterial kamen Verschiedenheiten zwischen A.terrestris und A.sapidus deutlich zum Ausdruck.

Durch errechnete Mittelwerte, die in einigen Fällen auch graphisch dargestellt wurden, kamen Größendifferenzen für Funde aus unterschiedlichen Fundstellen z.T. deutlich zum Ausdruck (vgl. Tab.2). Da aus den Lokalitäten Hunas und Fuchsenloch, sowie von dem rezenten Material vergleichsweise viele Molaren vorlagen, wurden diese von den übrigen Fundstellen gesondert aufgetragen.
In Abb.4 und 5 wurden arithmetischer Mittelwert und Standartabweichung für die einzelnen Strecken (B_1,b_1,L M_1) der verschiedenen Fundstellen graphisch dargestellt; dabei markieren die Dreiecke die jeweiligen Mittelwerte, die Strichlänge soll die dazugehörige Standartabweichung darstellen.
Durch diese Aufstellung kommt klar zum Ausdruck, daß bei A.sapidus die absolut größten Maße in jedem untersuchten Fall vorliegen. Die Unterschiede zu den anderen Funden sind verschieden groß. Größere Schwankungen können bei den Zahnlängen im Vergleich zu den Zahnbreiten registriert werden (siehe Abb.4,5).
Allgemein ist zu ersehen, daß die Funde aus Hunas, hier für L M_1, sowie für B_1 und b_1 (siehe Abb.2), niedrige Werte zeigen. Ebenso trifft dies auch für das Material aus Schafstall und aus der Göpfelsteinhöhle zu, die Zahl der Funde in diesen beiden Fällen war allerdings gering (Abb.4,5).
Verschiedene Ergebnisse liegen jeweils für das Fuchsenloch, einmal aus Schicht C, zum anderen aus Schicht D vor. Das Mittel für Arvicola aus Schicht C ist dabei meist kleiner als bei Funden aus Schicht D; eine Ausnahme bilden die Werte für b_1 (Abb.4), sowie die Länge

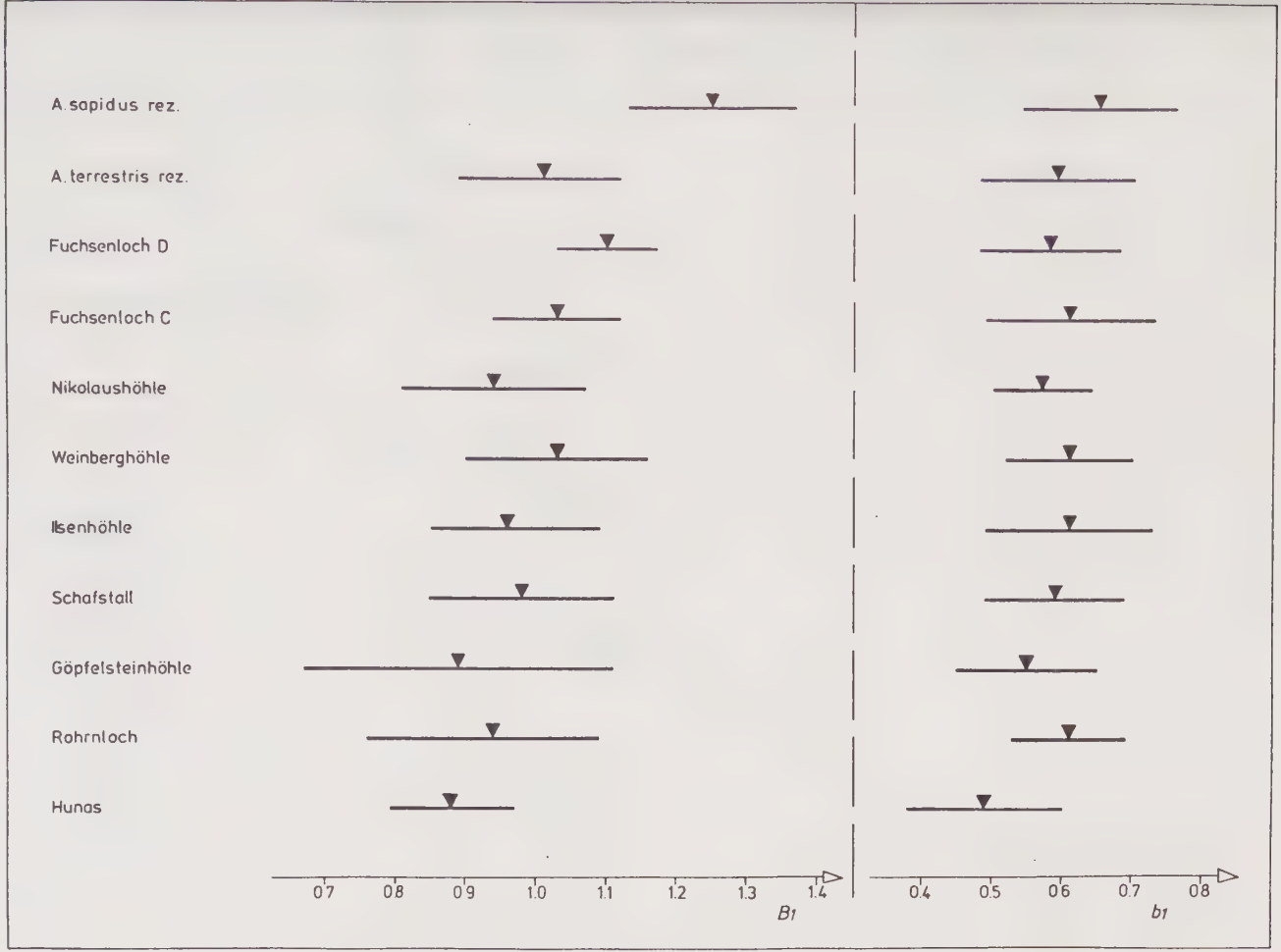


Abb. : $\bar{x} \pm s$ von B1 und b1 der ersten unteren Molaren nach Fundstellen

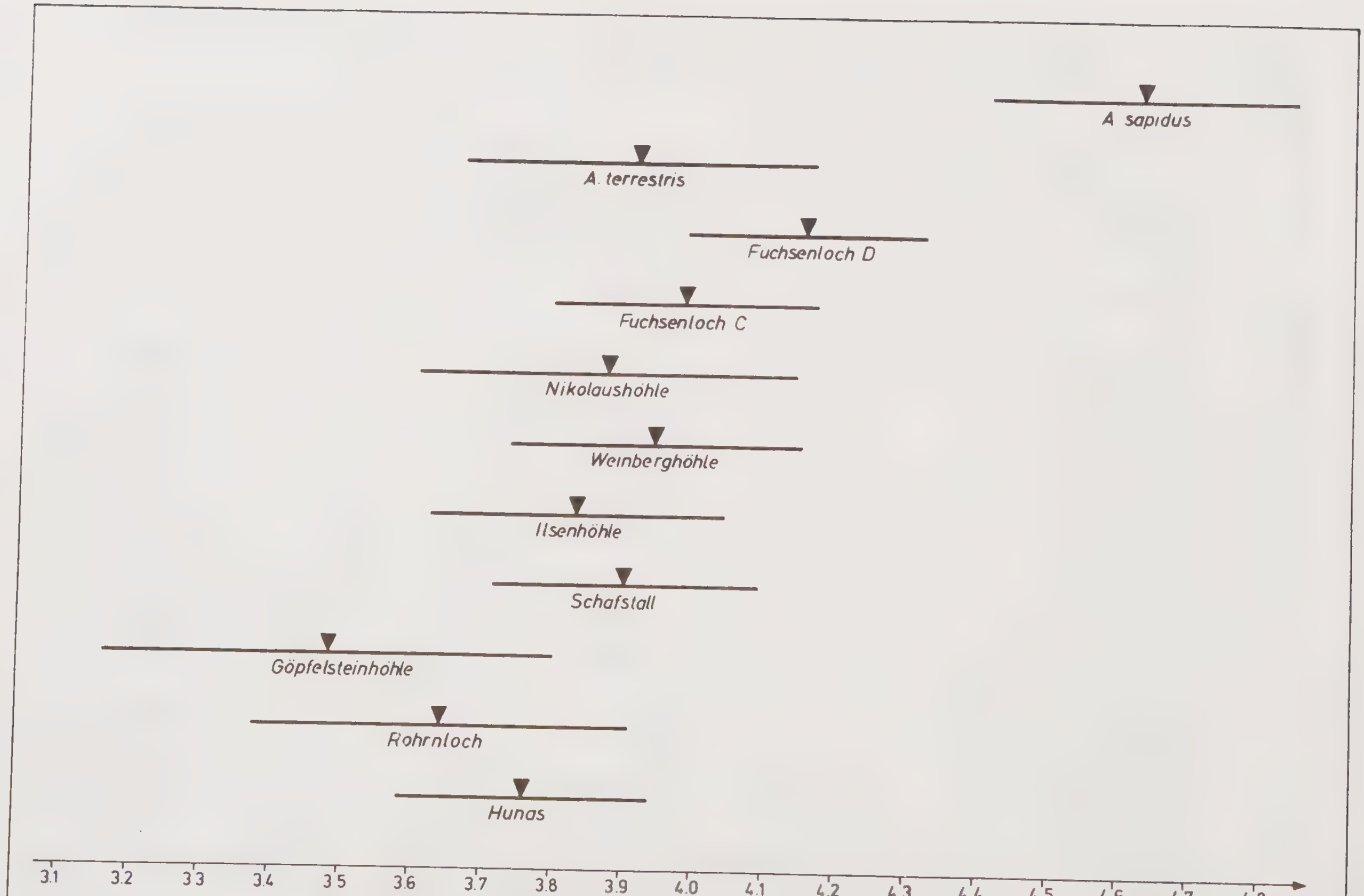


Abb. 5: Mittelwert und Standartabweichung von L M_1

Fundstelle	L M_1	n	L M_{1-2}	n	L M_{1-3}	n	VL	n
A. sapidus rez.	4.63 ± 0.18	45	7.37 ± 0.42	46	10.11 ± 0.56	46	1.93 ± 0.14	45
A. terrestris rez.	3.91 ± 0.25	69	6.23 ± 0.41	64	8.55 ± 0.64	63	1.65 ± 0.13	53
Fuchsenloch D	4.15 ± 0.17	85	6.68 ± 0.24	79	9.13 ± 0.36	18	1.79 ± 0.13	85
Fuchsenloch C	3.98 ± 0.19	81	6.46 ± 0.29	72	8.86 ± 0.35	9	1.70 ± 0.12	82
Hunas	3.76 ± 0.18	250	6.13 ± 0.27	210	8.70 ± 0.45	15	1.53 ± 0.10	251
Nikolaushöhle	3.87 ± 0.27	15						
Weinberghöhle	3.94 ± 0.21	39						
Ilsenhöhle	3.83 ± 0.21	22						
Schafstall	3.90 ± 0.19	20						
Göpfelsteinhöhle	3.48 ± 0.32	13						
Rohrnloch	3.64 ± 0.27	36						

Fundstelle	L-VL	n	b_1	n	B_1	n	B_2	n
A. sapidus rez.	2.70 ± 0.12	46	0.65 ± 0.11	44	1.25 ± 0.12	45	1.85 ± 0.12	44
A. terrestris rez.	2.26 ± 0.16	51	0.59 ± 0.11	42	1.01 ± 0.11	69	1.52 ± 0.12	68
Fuchsenloch D	2.37 ± 0.11	85	0.58 ± 0.10	85	1.10 ± 0.07	85	1.57 ± 0.09	83
Fuchsenloch C	2.28 ± 0.28	79	0.61 ± 0.12	82	1.03 ± 0.09	82	1.52 ± 0.07	74
Hunas	2.23 ± 0.12	249	0.49 ± 0.11	262	0.88 ± 0.09	252	1.43 ± 0.08	220
Nikolaushöhle			0.57 ± 0.07	16	0.94 ± 0.13	16		
Weinberghöhle			0.61 ± 0.09	42	1.03 ± 0.13	42		
Ilsenhöhle			0.61 ± 0.12	22	0.96 ± 0.13	22		
Schafstall			0.59 ± 0.10	23	0.98 ± 0.13	23		
Göpfelsteinhöhle			0.55 ± 0.10	15	0.89 ± 0.22	16		
Rohrnloch			0.61 ± 0.08	36	0.92 ± 0.16	35		

Tab. 2: Mittelwert und Standartabweichung einzelner Zahnmaße (nach Lokalitäten).
Alle Maße sind in mm angegeben.

Fundstelle	B_3	n	B_4	n	B_5	n	L M_2	n
A. sapidus rez.	2.01 ± 0.18	46	1.99 ± 0.09	42	1.92 ± 0.12	46		
A. terrestris rez.	1.70 ± 0.13	68	1.69 ± 0.13	67	1.58 ± 0.12	69		
Fuchsenloch D	1.74 ± 0.08	85	1.72 ± 0.08	84	1.62 ± 0.09	84	2.37 ± 0.12	9
Fuchsenloch C	1.65 ± 0.08	68	1.64 ± 0.08	67	1.54 ± 0.09	74	2.38 ± 0.12	8
Hunas	1.61 ± 0.08	229	1.60 ± 0.07	228	1.50 ± 0.07	242	2.28 ± 0.06	21
Nikolaushöhle					1.52 ± 0.10	16		
Weinberghöhle					1.56 ± 0.10	38		
Ilsenhöhle					1.49 ± 0.08	20		
Schafstall					1.51 ± 0.10	17		
Göpfelsteinhöhle					1.34 ± 0.17	11		
Rohrnloch					1.48 ± 0.11	32		

Fundstelle	(VL x 100) / L	n
A. sapidus rez.	41.65 ± 1.56	45
A. terrestris rez.	42.10 ± 1.86	57
Fuchsenloch D	43.11 ± 1.88	85
Fuchsenloch C	42.67 ± 1.83	80
Hunas	40.74 ± 1.77	237

Tab. 2 Fortsetzung

für den zweiten unteren Molaren (Tab.2).
Die Breite im Bereich b_1 kann durch verschiedenartige morphologische Ausprägung variieren (s.u. Zahnmorphologie, Synklinalentwicklung).
Zur Überprüfung, ob sich die festgestellten metrischen Unterschiede als signifikant oder als nicht signifikant erweisen, wurde in einigen Fällen der Student-t-Test durchgeführt. Die Ergebnisse wurden in Abb.6 dargestellt.
Anhand dieses Tests unterscheiden sich die Funde aus dem Fuchsenloch Schicht C von den rezenten Funden von A.terrestris nur in einem Fall, bei der Länge für M_{1-2}.
Alle übrigen Beispiele zeigen deutlich, daß metrisch keine Unterschiede zwischen Arvicola aus dem Fuchsenloch Schicht C und der rezenten A.terrestris festzustellen sind.
Demgegenüber sind die Funde aus dem Fuchsenloch Schicht D verschieden; diese beiden Komplexe (Schicht C und D) sind demnach weiterhin getrennt zu behandeln.
Die Funde aus Hunas unterscheiden sich in jedem Fall hochsignifikant von allen übrigen Beispielen (siehe Abb.6).

Somit zeigen Längen- und Breitenmaße der Molaren, vor allem aber der M_1, für die einzelnen Fundstellen voneinander abweichende Ergebnisse. Weiter wird deutlich, daß sich die Zähne nicht zwangsläufig in allen Maßen gleichmäßig voneinander unterscheiden müssen; so kann z.B. bzgl. der Länge ein signifikanter Größenunterschied vorliegen, die Breitenmaße können gleichzeitig ähnliche Größen aufweisen (siehe Abb.6, L M_1 und B_5 aus dem Rohrnloch und aus Schafstall).

4.2.2. Verteilungsmuster

Um Aussagen über die Verteilung der Einzelwerte machen zu können, wurden graphische Darstellungen angefertigt (Abb.7-18,20,21). Da ja für die Fundstellen unterschiedlich große Materialmengen vorlagen, sollte dies möglichst mit berücksichtigt werden. Die oben genannte Methode, bei der Schrittgröße und Anzahl der Meßklassen aus der Gesamtzahl der Einzelwerte resultieren, wird den Anforderungen gerecht, indem die Individuenzahl bei der Zusammenfassung (Schrittlänge) berücksichtigt wird. Auf diese Weise wird die Genauigkeit bei einem Vergleich der Darstellungen untereinander erhöht, insbesondere aber

B_1 s,ns B_2 S,NS

	Hu	Fu C	Fu D	A.t.rez.	A.s.rez.
Hu		s S			
Fu C	s S		s S	ns NS	
Fu D		s S		s	
A.t.		95% s 95% S			s S
A.s.				s S	

VL s,ns L-VL S,NS

	Hu	Fu C	Fu D	A.t.rez	As rez
Hu		S		s	
Fu C	s S		s S	95% s NS	
Fu D	s	s S		s S	s S
A.t.	s	ns S	s		s S
A.s.			s	s	

B_5 s,ns B_1 S,NS

	Schst	Nh.	Ih	Gh	Rl.	Wh
Schst		ns NS	ns	s	ns	ns
Nh.	ns		ns	s	ns	ns
Ih.	ns	ns		s NS	ns	95% s
Gh.	s	s	s		s	s
Rl.	s	95% s	95% s	95% s		s
Wh.	ns	ns	ns	s	s	

B_3 s,ns B_4 S,NS

LM_1 s,ns LM_{1-2} S,NS

LM_1 s,ns

A/L s,ns

	Hu	Fu C	Fu D	A.t.	A.s.
Hu		s	s	s	s
Fu C			ns	ns	s
Fu D		s NS		s	s
A.t.		ns			ns
A.s.					

B_1 s,ns B_2 S,NS

	Hu	Fu C	Fu D	A.t.	A.s.
Hu		s S			
Fu C	s S		s S	ns NS	
Fu D		s S		s	
A.t.		95% s 95% S			s S
A.s.				s S	

LEGENDE

s, S hochsignifikanter Unterschied (99 %)
95% s, 95% S signifikanter Unterschied
ns, NS nicht signifikanter Unterschied

Hu	Hunas
Fu C	Fuchsenloch Schicht C
Fu D	Fuchsenloch Schicht D
A.t.	A.terrestris rezent
A.s.	A.sapidus rezent
Schst.	Schafstall
Nh	Nikolaushöhle
Ih	Ilsenhöhle
Gh	Göpfelsteinhöhle
Rh	Rohrnloch
Wh	Weinberghöhle

Abb. 6

läßt sich so nachprüfen, ob z.B. ein- oder mehrgipflige Verteilung vorliegt.
Wie die Abb.7-21 deutlich zeigen, verhalten sich weder die einzelnen Längen und Breiten, noch das Material der verschiedenen Fundstellen gleichsinnig zueinander. Die M_1 aus den verschiedenen Fundstellen weisen je nach Länge, Breite oder Teillänge (Vl, L minus Vl = L-Vl) unterschiedliche Verteilung auf. Die Maxima (Gipfel) stimmen dabei nicht in jedem Fall mit den arithmetischen Mittelwerten überein (vgl. b_1 bei A.sapidus, Abb.4,7).

Es wird deutlich, daß für Hunas, die älteste der hier behandelten Fundstellen, sehr oft zweigipflige Verteilung vorliegt. Ebenso verteilen sich die Werte des Materials aus dem Fuchsenloch C und D auf jeweils zwei Maxima, die aber zwischen Schicht C und D nicht übereinstimmen. So kann (vgl. L M_{1-2}, Vl, Abb.17 und 14) z.B. das erste Maximum aus Schicht D mit dem zweiten Maximum aus Schicht C zusammenfallen. Für eine Interpretation bieten sich in diesem Fall grundsätzlich zwei Möglichkeiten an: entweder fand eine Größenzunahme von Schicht C zu D bei den jeweils vertretenen beiden "Gruppen", die durch die zwei Gipfel dargestellt werden, gleichsinnig statt, oder die Vertreter der größeren Exemplare aus Schicht C sind in Schicht D als die dort kleineren erhalten; die "kleine" Gruppe aus Schicht C wäre demzufolge in D nicht mehr vorhanden, dafür erschienen die im Fuchsenloch D absolut größten Exemplare.
Die Ausbildung zweier Maxima (d.h. zweigipflige Verteilung, vgl. Diagramme) kann grundsätzlich verschiedene Faktoren beinhalten. Eine Möglichkeit kann das unterschiedliche Induvidualalter der Tiere innerhalb einer "Population" sein; durch die Größenunterschiede zwischen juvenilen und adulten Tieren kann theoretisch im metrischen Bereich eine zweigipflige Verteilung vorliegen. Denn wenn auch nach sehr kurzer Zeit (ca. drei Monate) die Tiere "ausgewachsen" sind, so ist andererseits laut REICHSTEIN (1982) ein Abschluß des Größenwachstums nicht nachweisbar. Somit könnten die kleineren Exemplare beispielsweise den jüngeren Würfen entstammen, die größeren würden dementsprechend ältere Tiere darstellen.

Der Anteroconidkomplex des M_1 hat als mesiales Ende des Zahnes und zugleich der Zahnreihe die Möglichkeit zu großer Variation. Mesial schließt sich an den M_1 ein längeres Diastem an und somit steht genü-

gend Platz zur Verfügung. Weiter wird die erhöhte Variabilität dieses Zahnabschnittes durch seine relativ geringe Bedeutung beim Kauen erklärt.
Ähnliches wie für den Anteroconidkomplex des M_1 gilt auch für den Bereich des Hinterlobus des M^3.
Dementsprechend könnte die beinahe bei allen Fundstellen vorhandene mehrgipflige Verteilung bei der Länge des Vorderlobus (Vl) mit erhöhter Variationsmöglichkeit interpretiert werden. Aber auch das distale Ende des M_1 ist in metrischer Hinsicht Schwankungen unterworfen, wie die Verteilungsmuster für die fossilen Schermäuse erkennen lassen (Abb.10,11).
Die als B_5 bezeichnete Breite des Hinterlobus liegt in den meisten Fällen in jeweils zwei Größenordnungen vor, d.h. die Verteilung ist auch hier mit wenigen Ausnahmen zweigipflig. Da es sich bei B_5 um ein Breitenmaß handelt, könnte die erhöhte Variationsfähigkeit auch dadurch begründet sein, daß laterale Schwankungen eher möglich sind als Schwankungen in Längsrichtung des Zahnes (vgl. L-Vl, Abb.15). Allerdings sind auch den Breitenschwankungen Grenzen gesetzt, da eine starke Verbreiterung des Zahnes den Kaudruck mindern würde (siehe v.KOENIGSWALD 1982).

Unter den Längenmaßen L, Vl, L-Vl (Abb.12-15) treten die größten Schwankungen im Bereich des Vorderlobus auf; demgegenüber steht der relativ einheitliche Kurvenverlauf (eingipflige Verteilung) bei dem Maß L-Vl. Eine Ausnahme bilden hier die Funde aus dem Fuchsenloch Schicht C.

Daß nicht nur die Molaren des Unterkiefers, sondern natürlich auch entsprechend dazu die Oberkiefermolaren größenmäßigen Schwankungen unterworfen sind, zeigt Abb.18. Es wird erkennbar, daß die verschiedenen Zahnpositionen sich metrisch durch unterschiedliche Kurven darstellen. Die einzelnen Molaren wurden dabei an kompletten Zahnreihen rezenter Schädel gemessen.

Zusammenfassend läßt sich bei den Funden aus Hunas, dem Fuchsenloch C und D, sowie auch bei dem rezenten Material beobachten, daß von Hunas ausgehend, über das Fuchsenloch C und D eine stetige Größenzunahme sowohl der Zahnlänge, als auch der Zahnbreite stattfand. Die Verteilungskurven zeigen dabei nicht immer glockenförmigen Verlauf, sie bilden meist zwei oder mehr Gipfel aus.

A.terrestris rezent ist im Durchschnitt immer kleiner als die aus dem Fuchsenloch D stammenden Stücke, ihr Größenbereich deckt sich vielmehr mit dem der Funde aus dem Fuchsenloch C, oder ist sogar noch kleiner.
A.sapidus weist durchwegs die größten Maße auf, allerdings ebenfalls unter Ausbildung meherer Maxima. Anhand der Länge der M_1 wurde überprüft, ob die beobachteten Schwankungen in Zusammenhang mit Sexualdimorphismus stehen (das Material war entsprechend gekennzeichnet); eine Abhängigkeit von Größe und Geschlecht war nicht nachweisbar.

Die oben genannten Größenrelationen wurden in Abb.19 dargestellt. Es wurden dabei die jeweiligen Mittelwerte und Standartabweichungen von Gesamtlänge und Hinterlobusbreite der M_1 für die Fundstellen Hunas, Fuchsenloch C und D und für das Rezentmaterial (A.terrestris und A.sapidus) gegeneinander aufgetragen. Die Kreise markieren dabei die Schnittpunkte $\bar{x}$ für L M_1 mit B_5, die Höhe sowie die Breite resultiert aus den jeweiligen Standartabweichungen.

Ähnliche Größenbeziehungen der verschiedenen Funde ergeben sich auch bei Betrachtung der Länge von M_2 und dementsprechend auch für L M_{1-2} (Abb.16,17).

Die ergänzend aufgenommenen Funde aus den Fundstellen Rohrnloch, Göpfelsteinhöhle, Schafstall, Ilsenhöhle, Weinberghöhle und Nikolaushöhle zeigen für die Maße B_5 (Abb.11) und B_1 (Abb.9), sowie für L M_1 (Abb.12) geringe Größenschwankungen, die pauschal gesehen in der genannten Reihenfolge der Lokalitäten eine leichte Größenzunahme erkennen lassen.

Insgesamt lassen sich nach der Zusammenstellung für die verschiedenen Fundstellen (Abb.19) anhand der Längenmaße Veränderungen in Form von Größenzunahmen (Länge und Breite) feststellen, wie sie in der Literatur erwähnt werden; dies kann als trendmäßiges Verhalten in Abhängigkeit von der Zeit interpretiert werden. Gleichzeitig ist aber zu überlegen, ob die verhältnismäßig großen Exemplare aus dem Fuchsenloch D als Ausdruck großer Variationsbreite angesehen werden sollen, oder ob auch andere Faktoren (z.B. Klima, s.u.) verursachend sind.

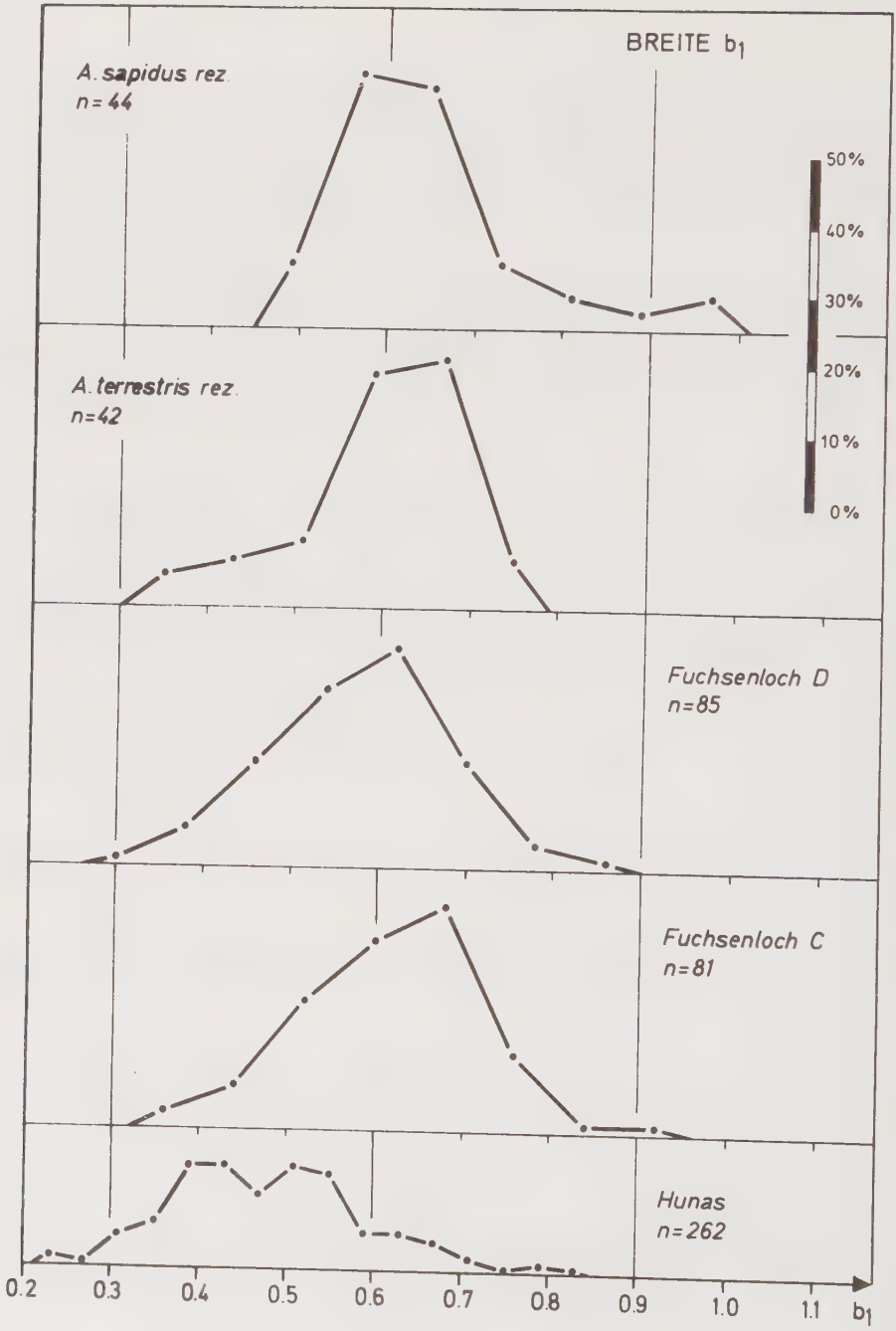


Abb. 7: Verteilungsdiagramm für b1 (M1)

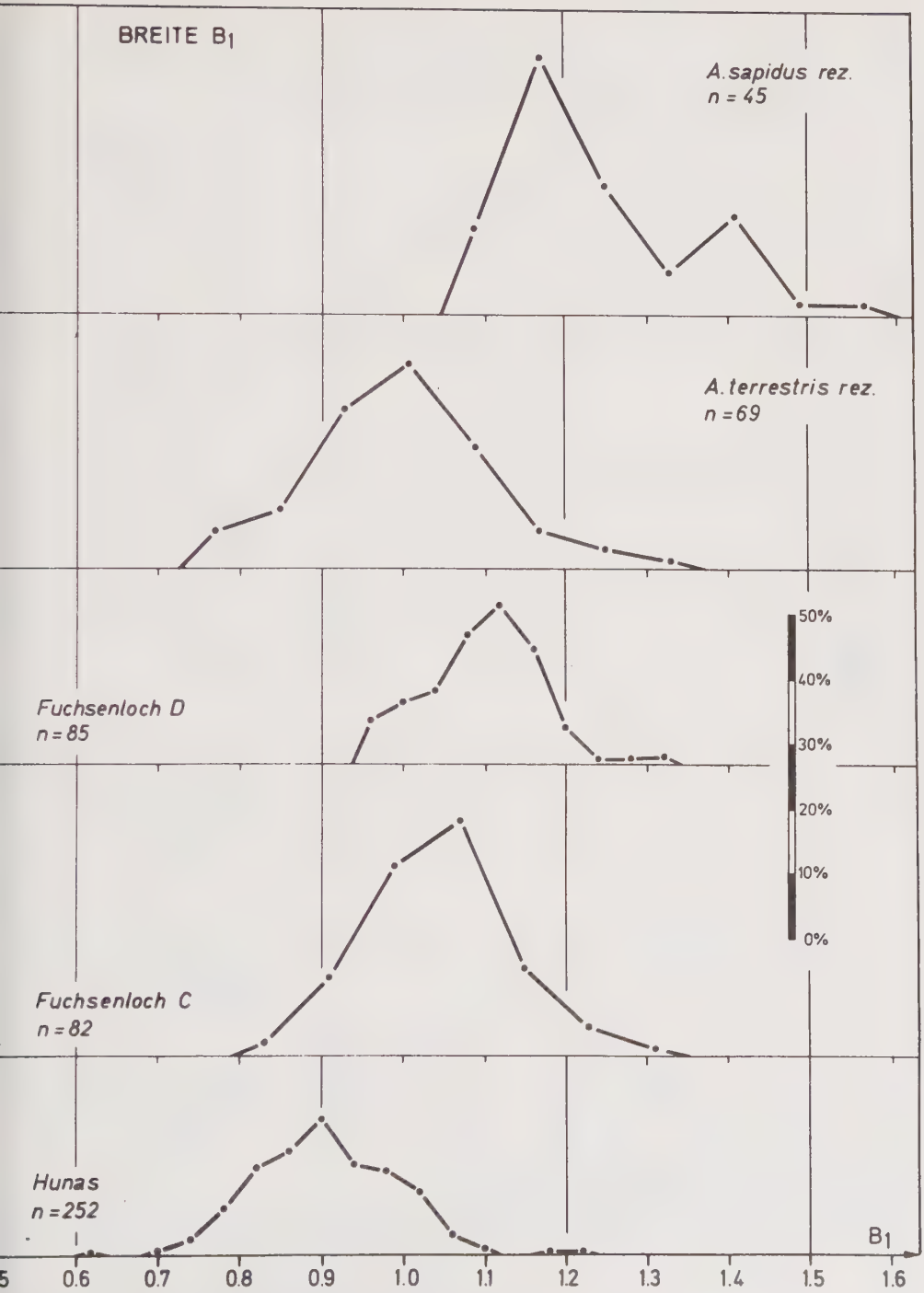


Abb. 8: Verteilungsdiagramm für B1 (M1)

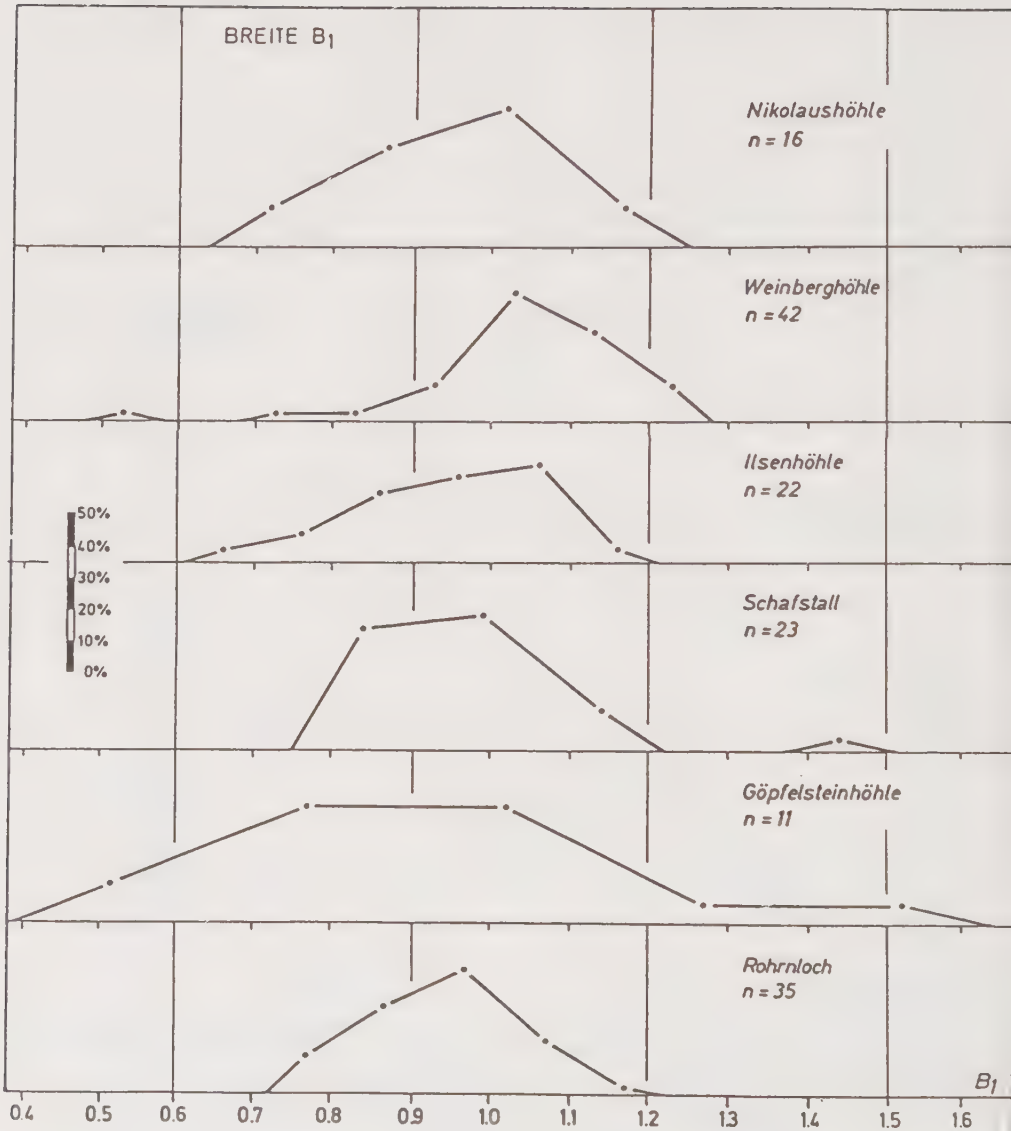


Abb. 9: Verteilungsdiagramm für B1 (M1)

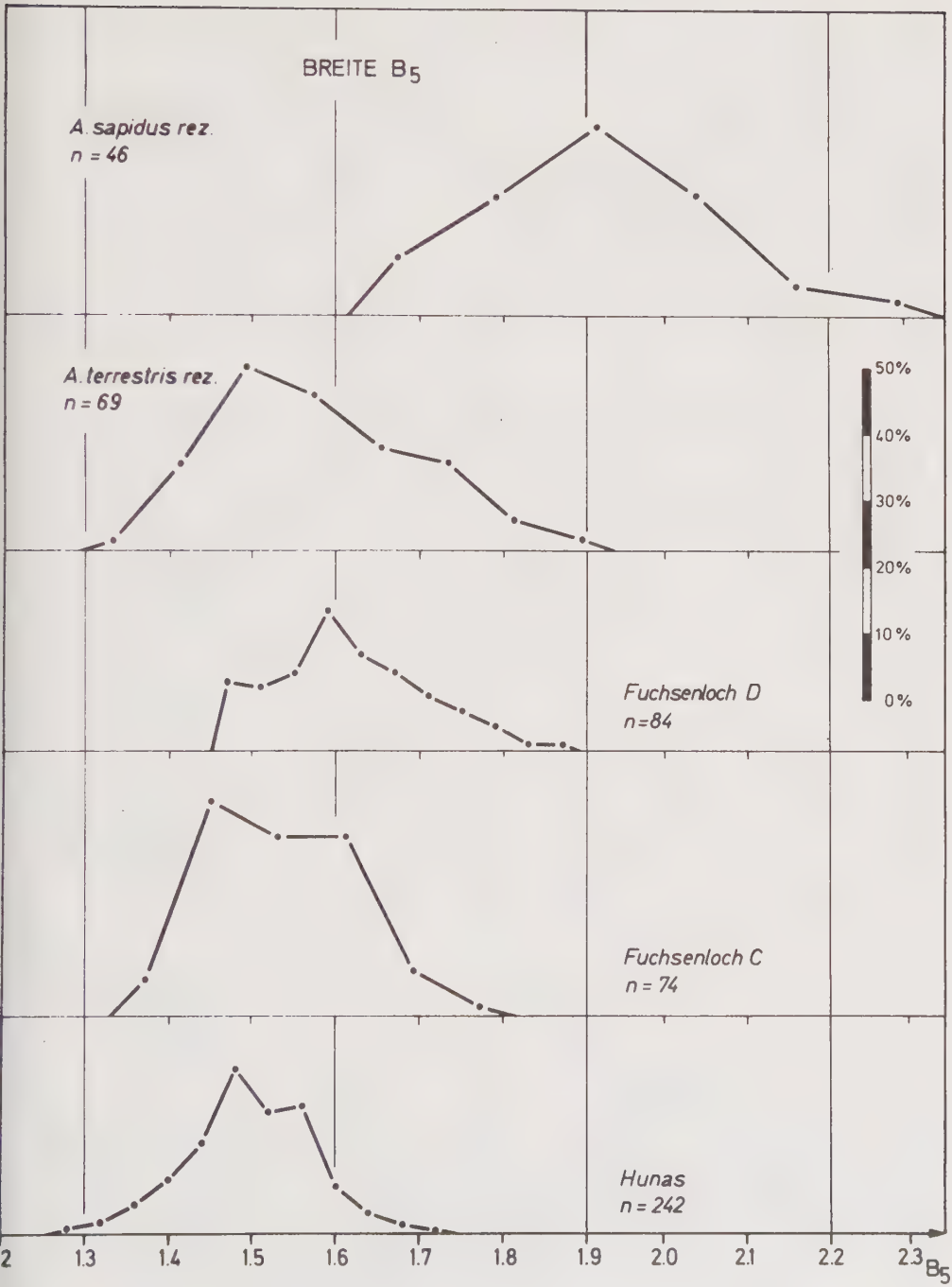


Abb. 10: Verteilungsdiagramm für B5 (M1)

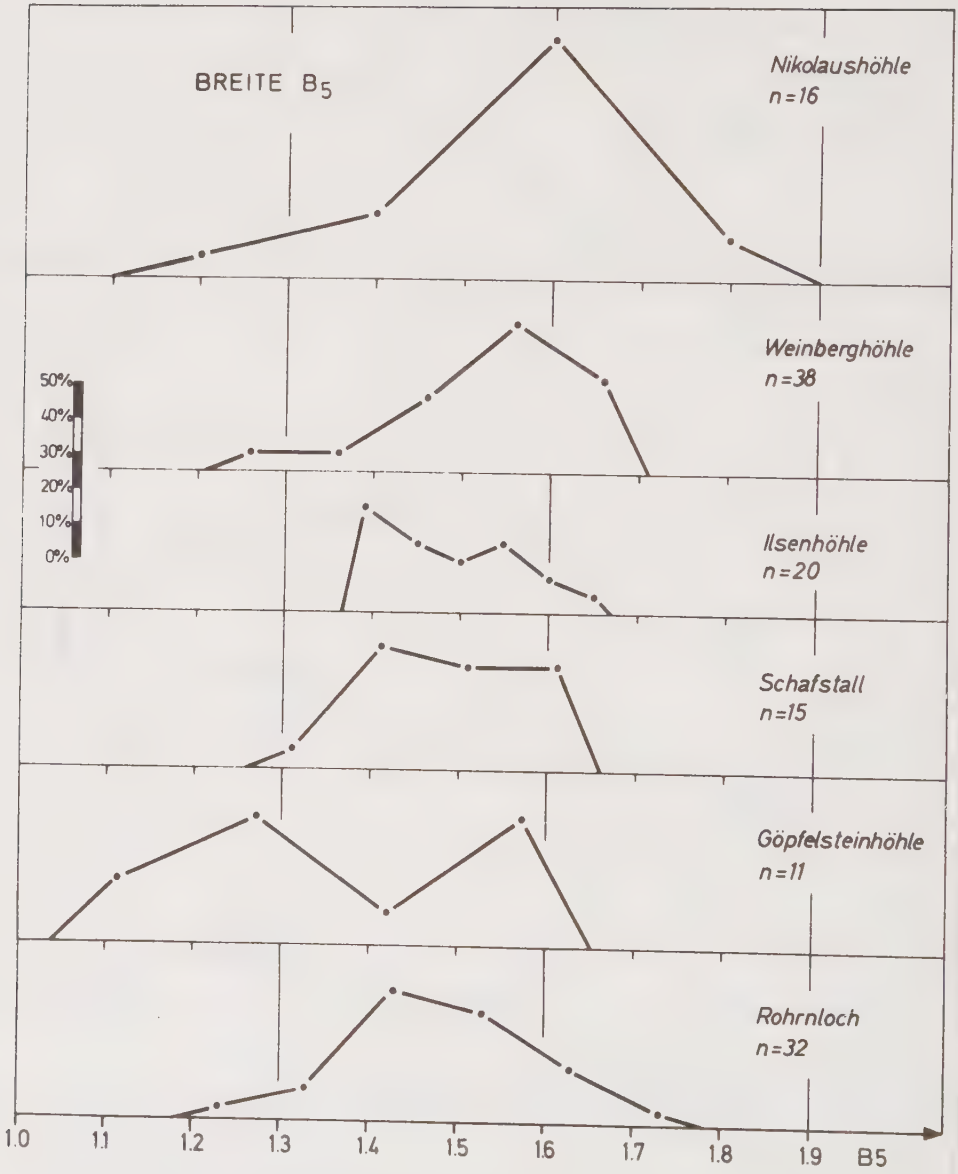


Abb. 11: Verteilungsdiagramm für B5 (M1)

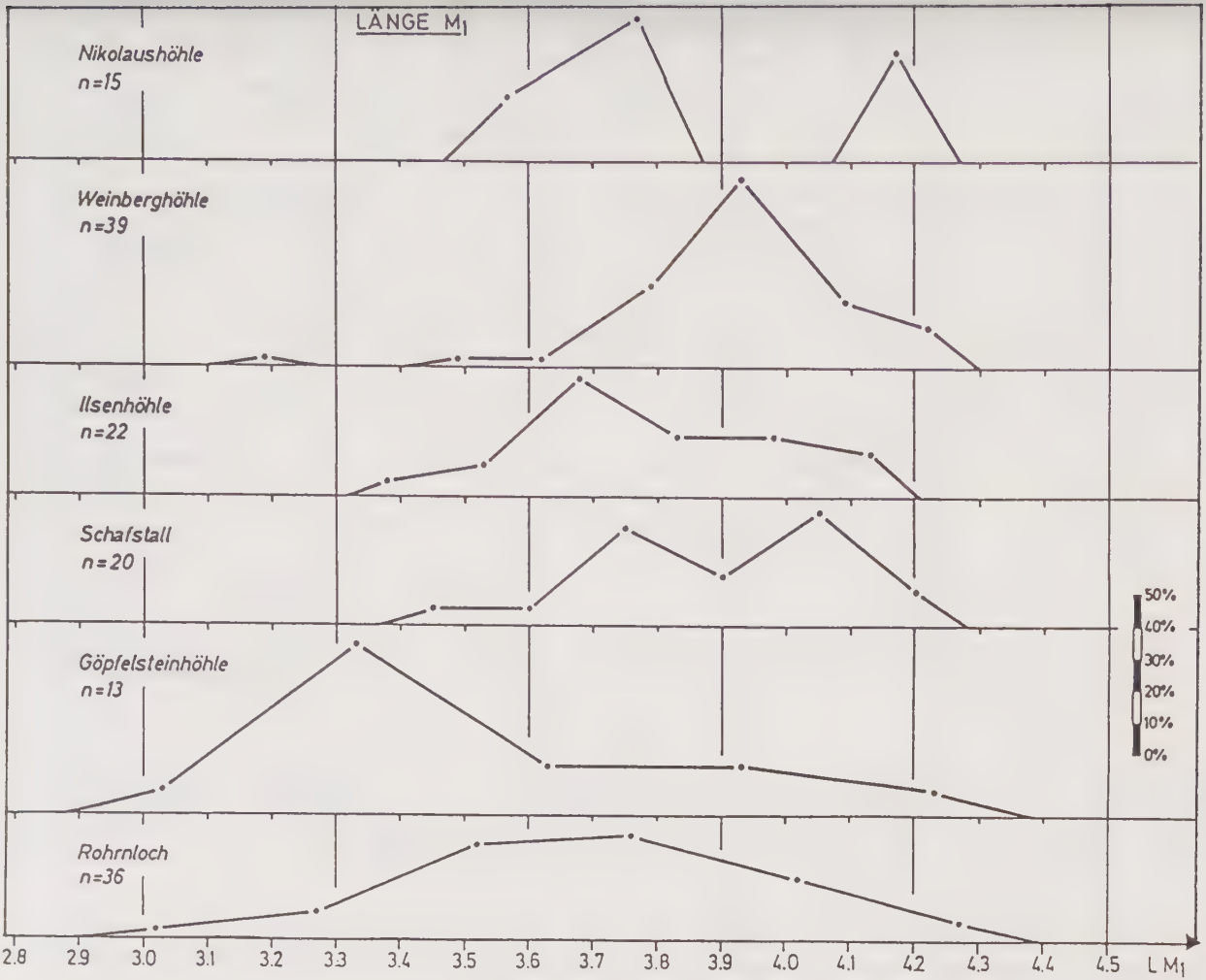
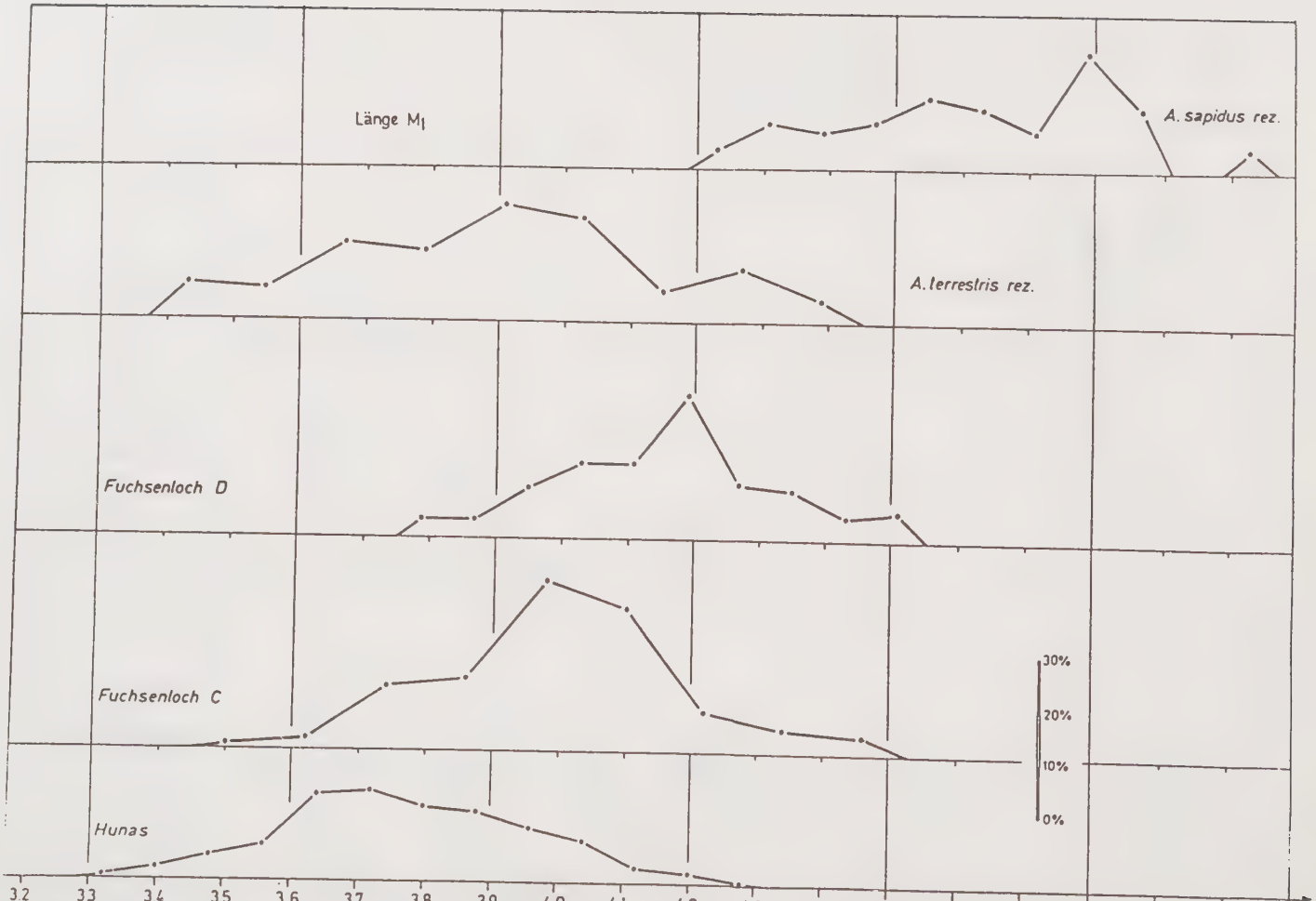

LÄNGE M1
Nikolaushöhle
n=15
Weinberghöhle
n=39
Ilsenhöhle
n=22
Schafstall
n=20
Göpfelsteinhöhle
n=13
Rohrnloch
n=36
50%
40%
30%
20%
10%
0%
2.8
2.9
3.0
3.1
3.2
3.3
3.4
3.5
3.6
3.7
3.8
3.9
4.0
4.1
4.2
4.3
4.4
4.5
L M1

Abb. 12


Länge M_1
A. sapidus rez.
A. terrestris rez.
Fuchsenloch D
Fuchsenloch C
Hunas
30%
20%
10%
0%
3.2
3.3
3.4
3.5
3.6
3.7
3.8
3.9
4.0
4.1
4.2
4.3
4.4
4.5
4.6
4.7
4.8
4.9
5.0
5.1

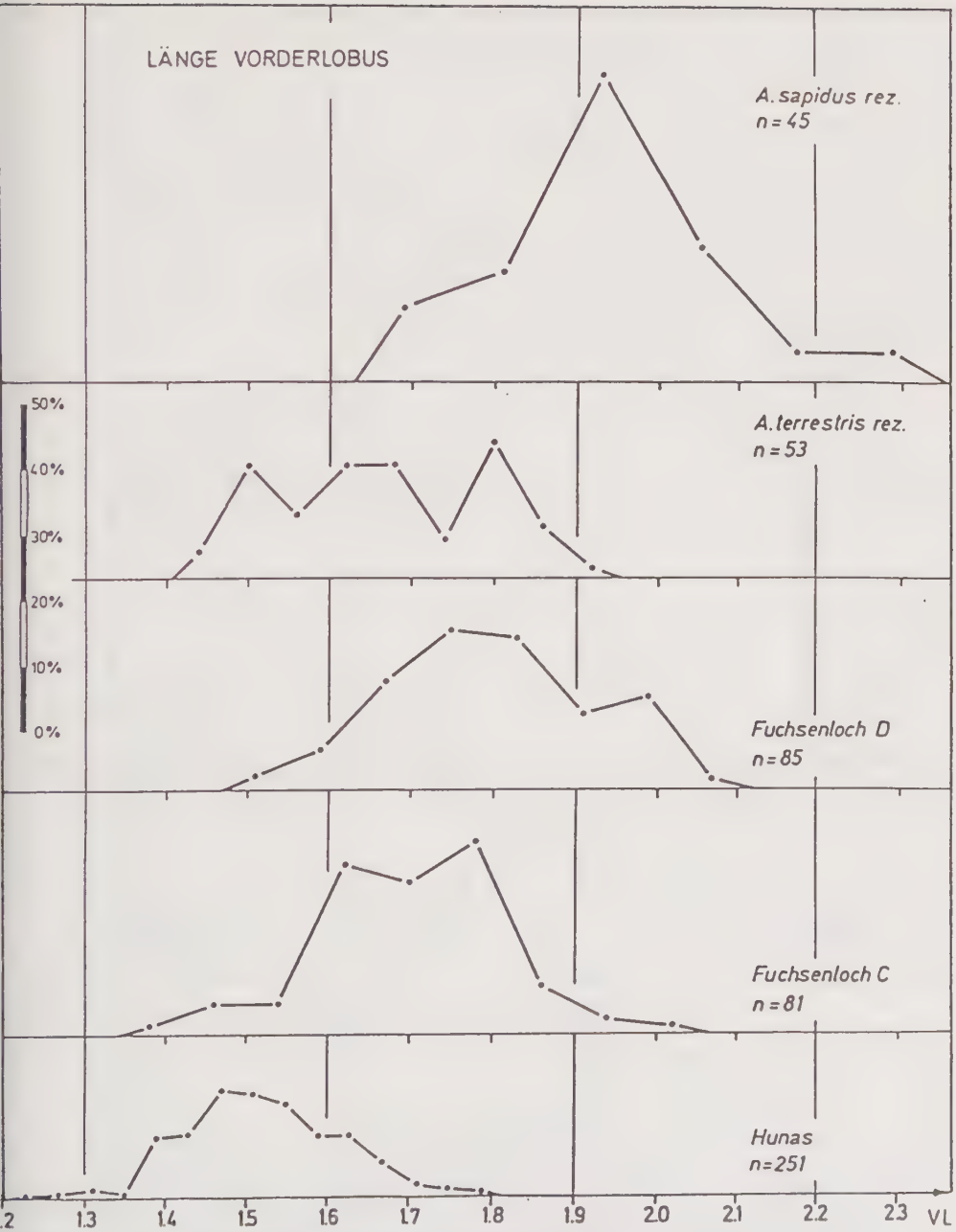


Abb. 14: Verteilungsdiagramm für die Länge des Vorderlobus (M1)

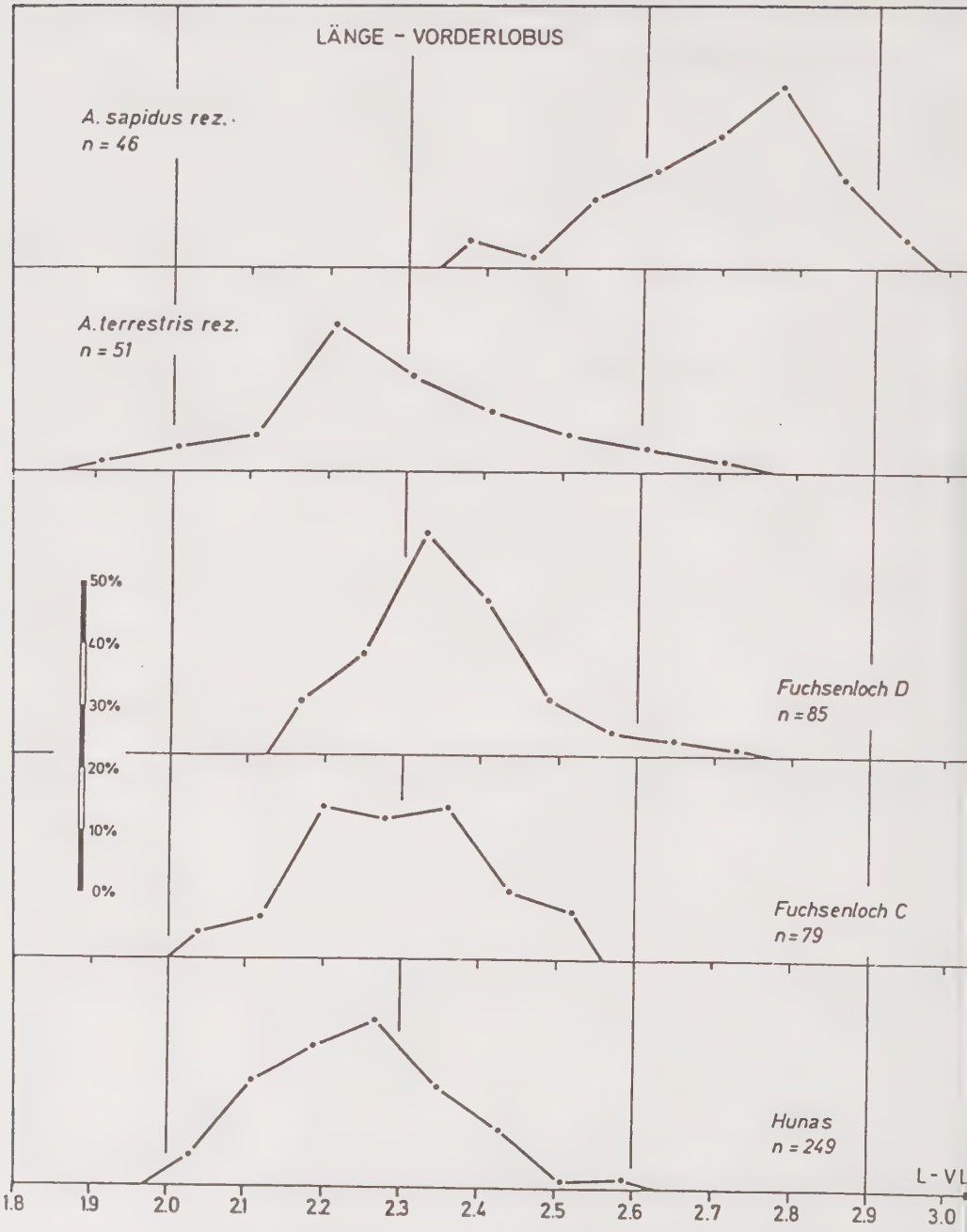


Abb. 15: Verteilungsdiagramm für L minus Vl (M1)

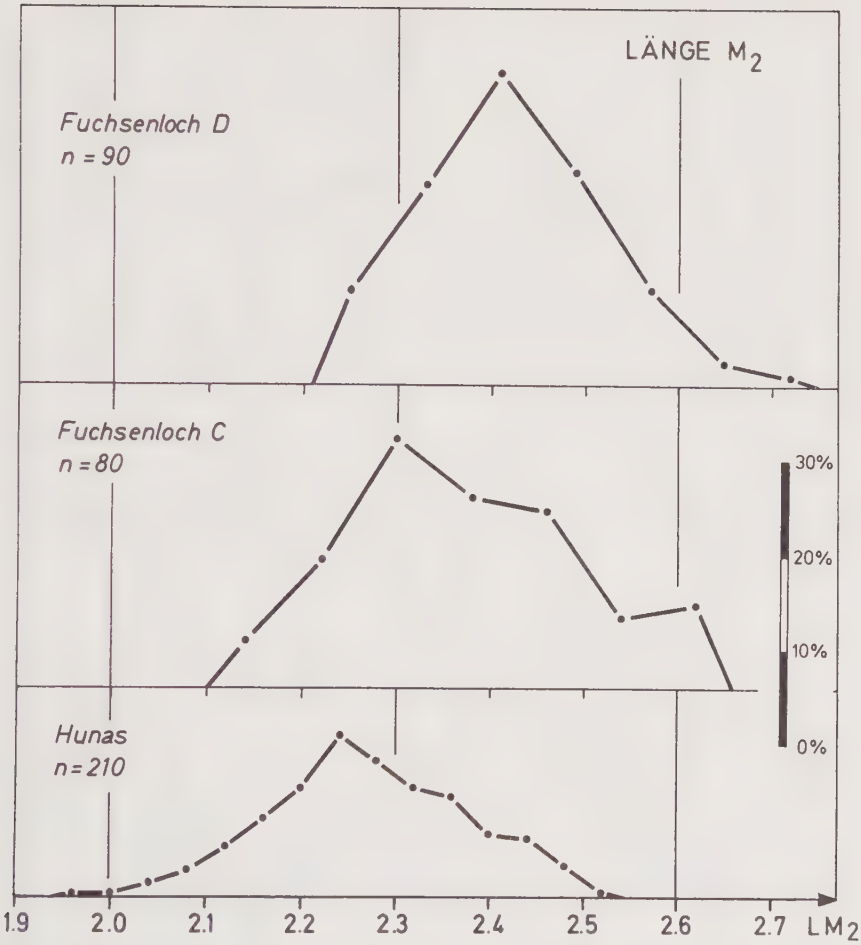


Abb. 16: Verteilungsdiagramm für L (M2)

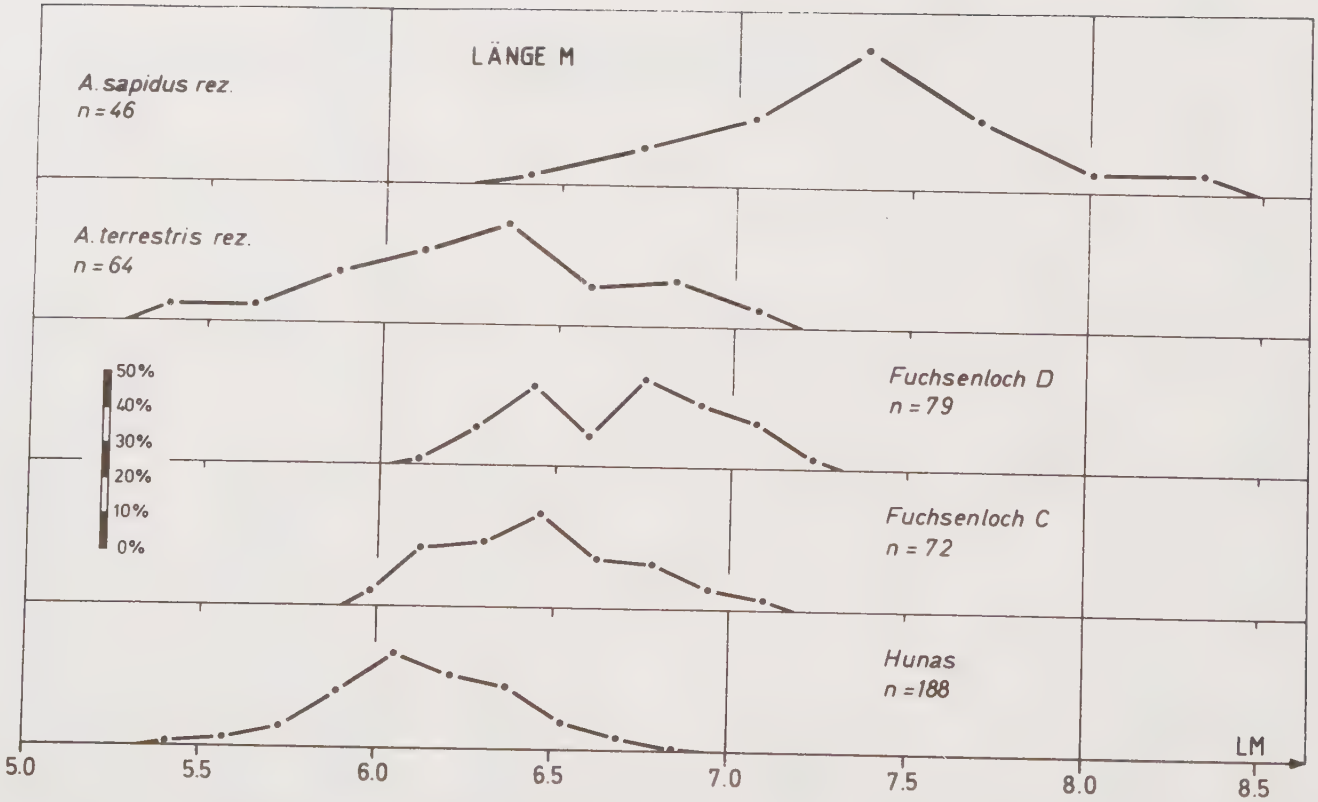
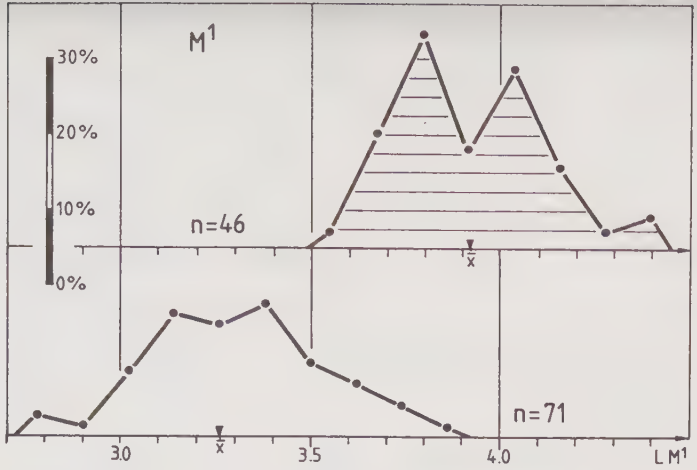
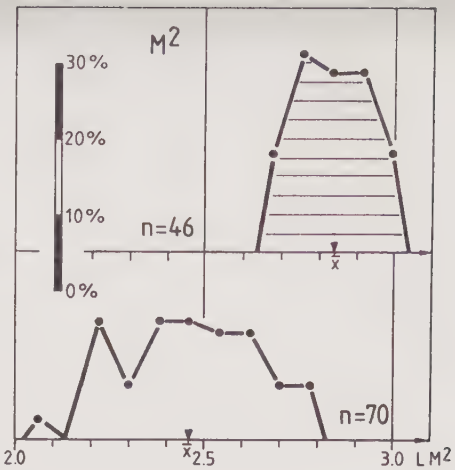
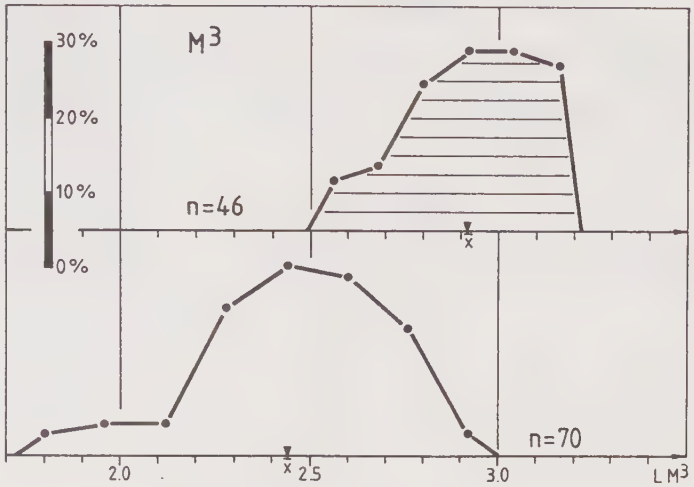


Abb. 17: Verteilungsdiagramm für L M_{1-2}







REZENTMATERIAL

Länge der Oberkiefermolaren

A. sapidus

A. terrestris

Abb. 18

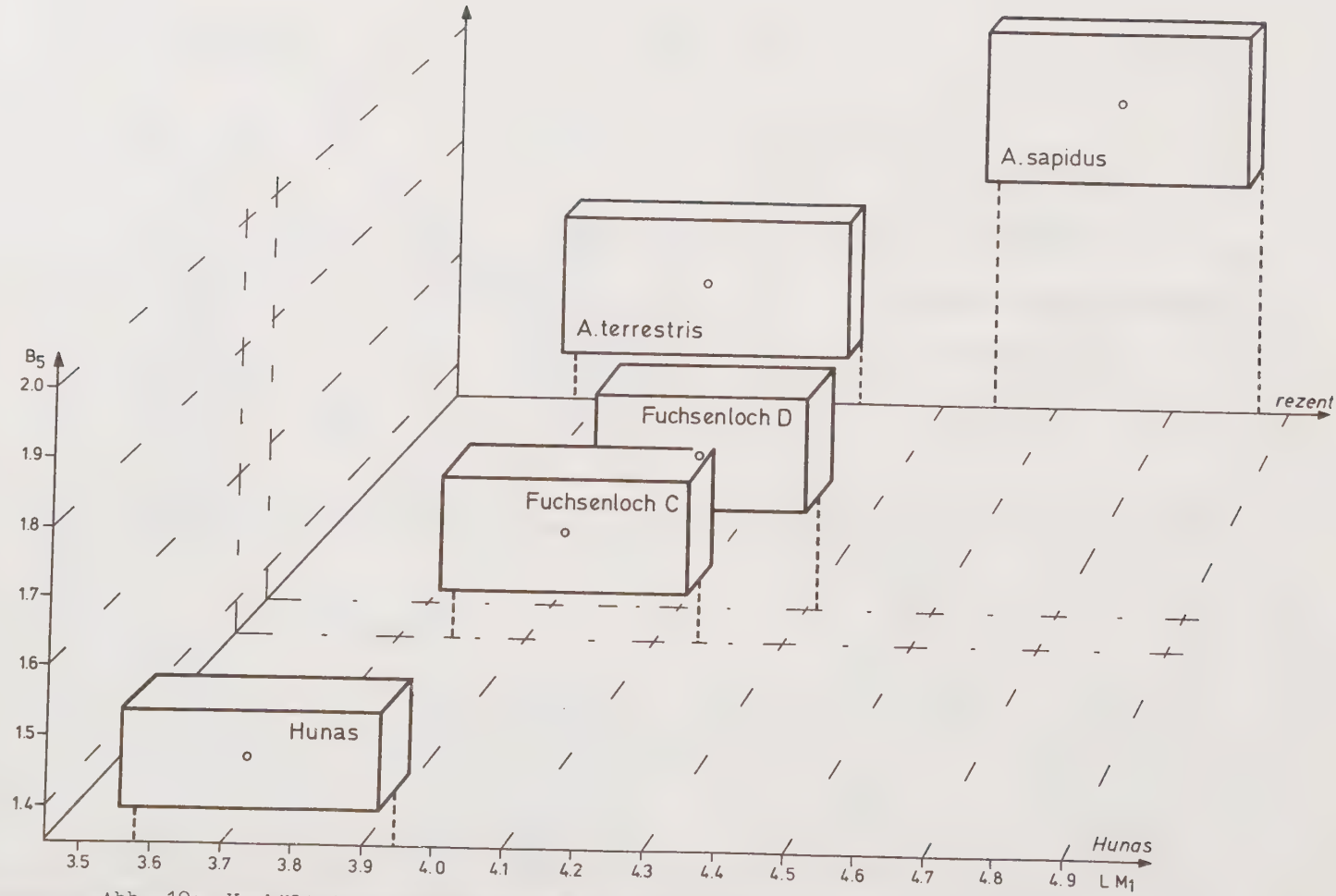


Abb. 19: Verhältnis von Länge zu Breite (L/B5) bei M_1

4.2.3. A/L-Werte

Das Verhältnis von Anteroconidlänge zu Gesamtlänge (A/L) der M_1 verschiedener Fundstellen wurde in Abb.22 dargestellt; dabei wurden unterschiedliche Morphotypen, die bei Arvicola auftreten mit berücksichtigt (s.u.). Eine Bindung von A/L-Werten an bestimmte morphologische Varianten ist nicht nachweisbar. Im Folgenden sollen daher die in den Schichtkomplexen auftretenden Morphotypen für die Besprechung der A/L-Werte zusammenfassend behandelt werden.
Obwohl, wie bereits erwähnt, Arvicola trotz ihrer erheblichen morphologischen Vielfalt keine zusätzlichen Dentindreiecke ausbildet, läßt sich anhand der Darstellung (Abb.22) von Hunas ausgehend eine größenmäßige Zunahme des Anteroconidkomplexes -als prozentualer Anteil der Gesamtlänge L M_1- ablesen. Dies gilt allerdings nur für das untersuchte fossile Material. Die Rezentfunde (sowohl von A.terrestris als auch von A.sapidus) liegen im Gegensatz dazu nicht als Vertreter der höchsten A/L-Werte vor, wie eventuell erwartet werden könnte, sondern sie liegen unter den Werten, die sich für die Funde aus dem Fuchsenloch C, dem Fuchsenloch D und der Weinberghöhle ergaben.
Daß das Material der Gattung Arvicola aus den untersuchten Fundkomplexen von Hunas als einheitlich in metrischer Hinsicht gesehen werden darf, zeigen die Abb.20 und 21, sowie Tab.3.
Arvicola aus Hunas ist damit insgesamt kleiner als das verglichene Material der jüngeren Fundstellen. Eine lineare Größenzunahme von der Hunaszeit ausgehend, über das Jungpleistozän bis rezent ist allerdings nicht nachgewiesen. Dies bestätigen die Funde aus dem Fuchsenloch D und aus der Weinberghöhle, die bzgl. ihrer Molarenlängen über denjenigen des rezenten A.terrestris-Materials liegen. Damit kann zum einen die hohe Variabilität der Gattung Arvicola aufgezeigt werden, zum anderen können die Größenschwankungen durch klimatische Faktoren mit beeinflußt werden (siehe STORCH 1971). Die relativ niedrigen A/L-Werte der rezenten A.terrestris und A.sapidus, die z.T. unter denjenigen der jungpleistozänen Funde liegen, sprechen ebenfalls für hohe Variabilität; insbesondere für A.sapidus kann zudem vermutet werden, daß es sich bei der Westschermaus um einc etwas weniger spezialisierte Form handelt (siehe A/L-Werte; vgl. AGADJANIAN 1983).

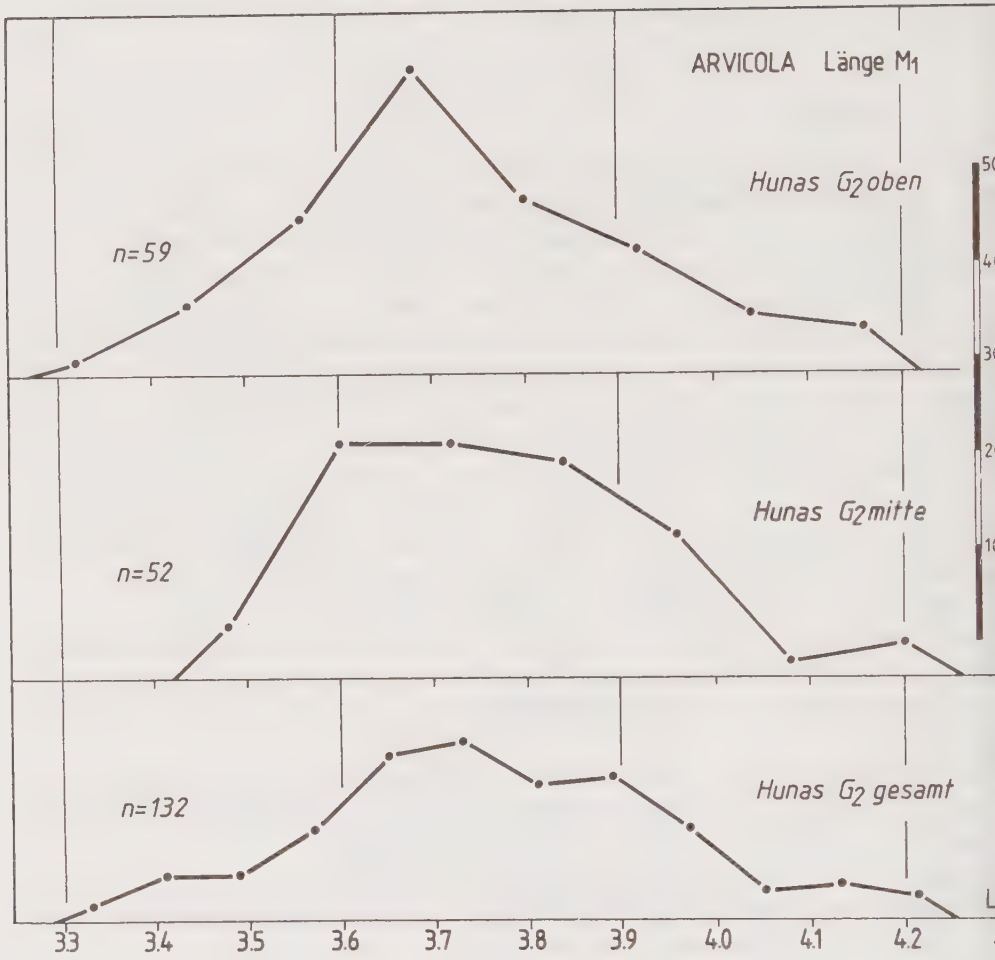


Abb. 20: Verteilungsdiagramm für L M_1 (Hunas G2)

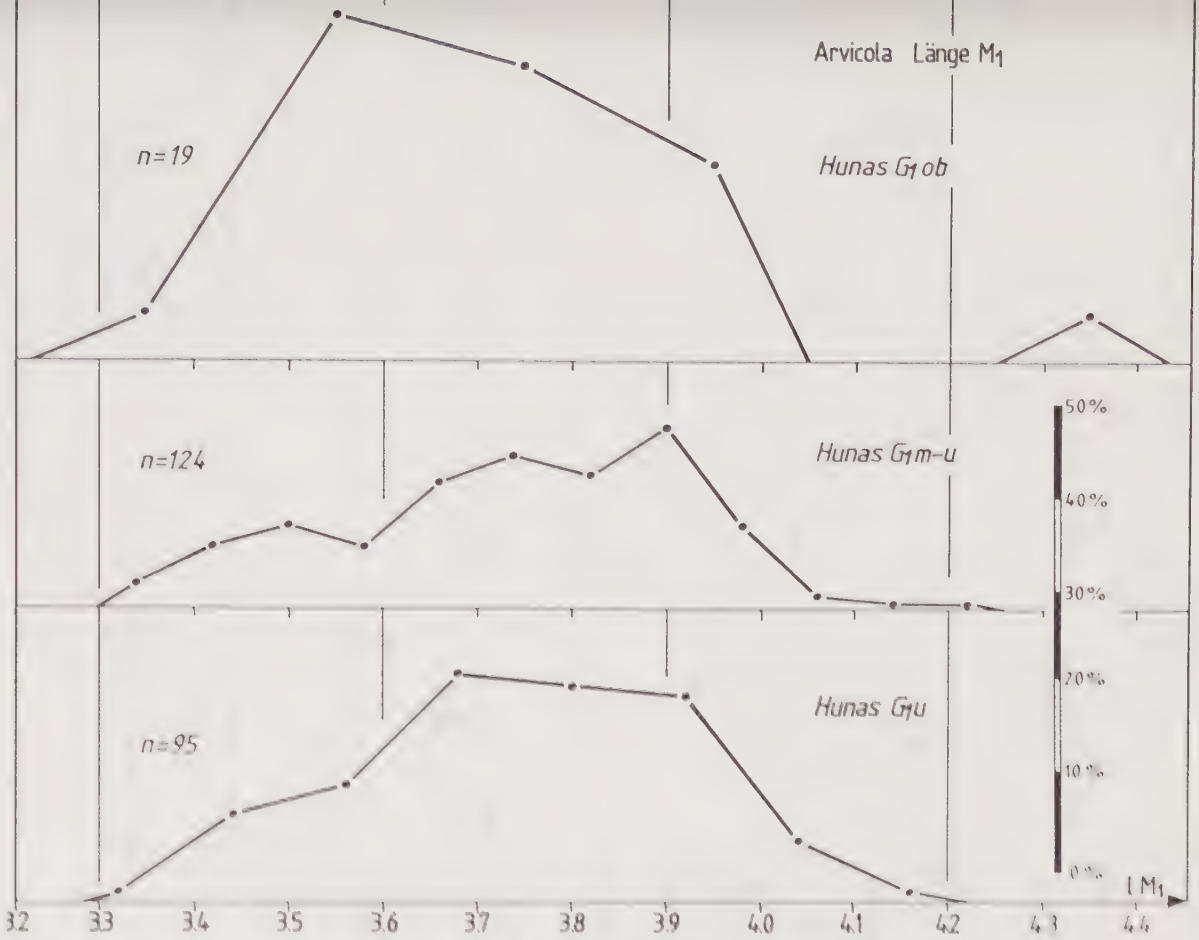
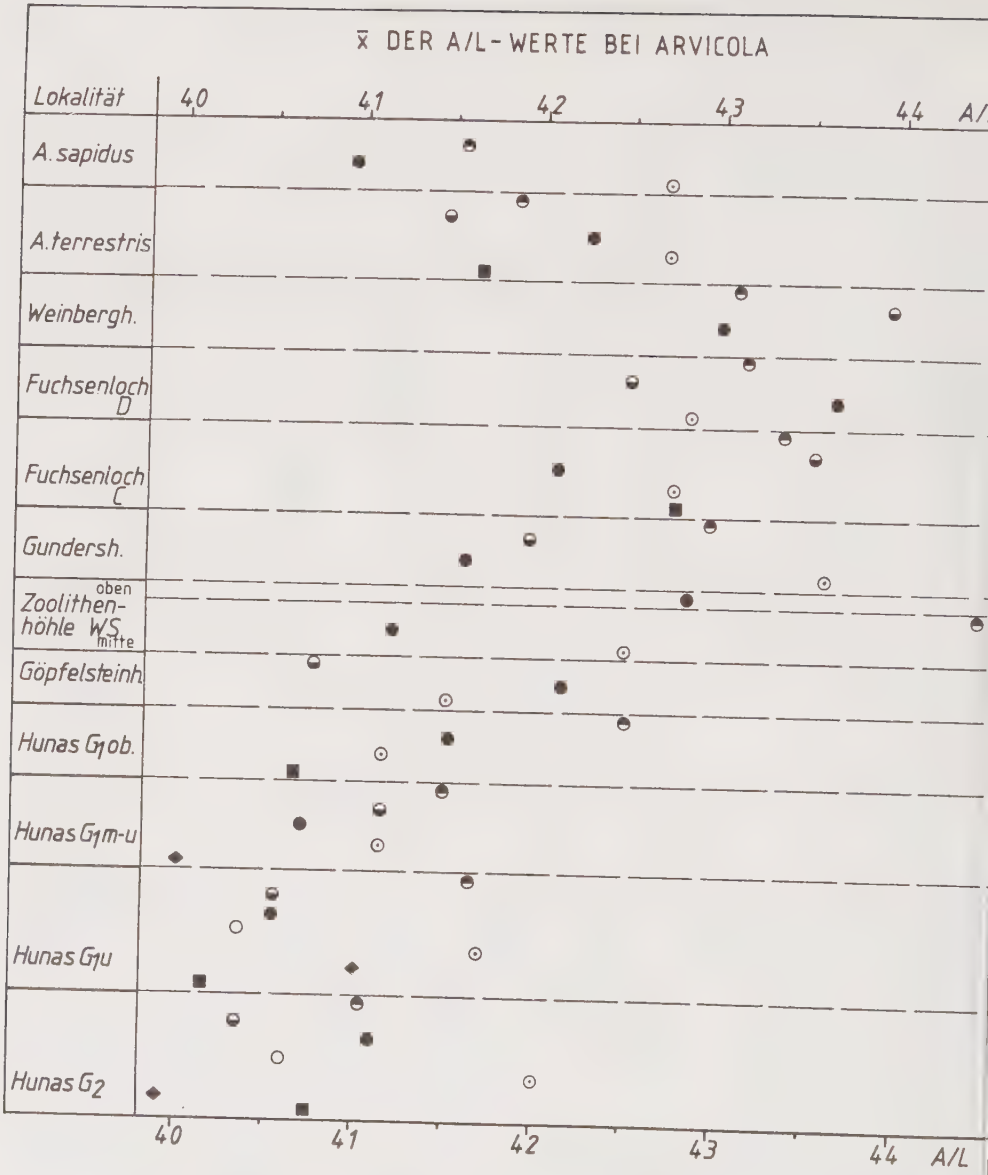


Abb. 21: Verteilungsdiagramm für L M_1



Reihenfolge auf der Ordinate entspricht
Reihenfolge nach der Legende

Abb. 22

Schicht	Anzahl	$\bar{x} \pm s$ (L M_1 der Funde aus Hunas)
G_1 oben	15	3.74 ± 0.19
G_1 Mitte	18	3.73 ± 0.17
G_1 unten	74	3.74 ± 0.18
G_2 allgem.	31	3.78 ± 0.21
G_2 oben	64	3,74 ± 0.19
G_2 Mitte	62	3.76 ± 0.19
G_2 unten	2	3.94 ± 0.08
G_3	3	3.78 ± 0.12
H	3	3.62 ± 0.11
J	1	3.72
K	3	3.73 ± 0.23
L	1	3.92

Anm.: Die Beschreibung bzw. Lage der Schichten ist HELLER (1963,1966) zu entnehmen.

Die etwas abweichenden Werte der Schichten G_2 unten, H und L stammen von nur wenigen Stücken, ihnen kann daher kein allzu großes Gewicht beigemessen werden.

Tab. 3

4.3. Zahnmorphologie

4.3.1. Die Kaufläche des M_1

Es sind nicht nur die Maße, welche Schwankungen unterworfen sind, sondern bei Durchsicht schon weniger Molaren fällt zunächst die verschiedenartige Ausbildung der Kaufläche, insbesondere der M_1 und der M^3 auf. Diese unterschiedlichen Ausbildungen führten in früherer Zeit zur Aufstellung zahlreicher Arten. Nach neueren Untersuchungen (s.o.) ist jedoch ein Aufrechthalten dieser Varianten als artspezifisches Kriterium nicht mehr möglich. Heute dienen vorrangig Schmelzuntersuchungen zur Artdiagnose der fossilen Arvicola. Artliche und unterartliche Differenzierungen werden dagegen in rezenten Bearbeitungen unter vielen anderen Berücksichtigungen, auch anhand der Größe (auch der Zahngröße) getroffen (s.o.).

Morphologische Detailuntersuchungen früherer Bearbeitungen stützen sich in erster Linie auf den Anteroconidkomplex des M_1, da dieser Zahnabschnitt wie bei allen Arvicoliden eine enorme Formenfülle aufweist und kennzeichnend für die Evolutionshöhe sein kann (vgl.u. Microtus). Inwieweit der Kaufläche bei Arvicola morphologische "Muster" zugrunde liegen, sollte anhand dieses Materials überprüft werden.
Davon abgesehen, daß -wie auch die übrigen Molaren- jeder erste untere Molar individuell geprägt ist, stellen sämtliche Zähne dieser Position insofern eine Einheit dar, als ihre Kaufläche in einen Anteroconidkomplex, drei Dentindreiecke alternierender Stellung und in einen Hinterlobus gegliedert wird (Abb.2,3). Dieses Bauschema wurde von Beginn der Gattung Arvicola an bis heute beibehalten und ist als konservativ anzusehen. Die Konstanz der Formbildung erstreckt sich über die gesamte Kaufläche (Zahnreihe) und gilt für den Unterkiefer ebenso wie für den Oberkiefer. Jeder Zahn bleibt also seinem ihm zugrunde liegenden Muster (im morphologischen Sinn) seit der Abstammung von Mimomys treu. Morphologische Modifizierungen bleiben immer im Rahmen dieses Grundschemas, sie stellen also Variationen zum immer gleich bleibenden Thema dar und bilden eine enorme Formenfülle, die durch den Begriff Variationsbreite abgedeckt ist.
Um zu klären, ob eventuell evolutiv ableitbare Veränderungen zu beobachten sind, wurden bei dieser Bearbeitung Merkmale gewählt und

miteinander verglichen, die möglicherweise an der Formgebung des Anteroconidkomplexes beteiligt sind.
Bei der Auswahl morphologischer Kriterien wurden insbesondere Ausformungen der Syn- und Antiklinalen herangezogen, da sie den Verlauf der Schneidekanten wiedergeben und somit auch unter dem Aspekt der Kaufunktion berücksichtigt werden können. Eine gegenseitige Abhängigkeit der Syn- und Antiklinalen voneinander kommt besonders deutlich im Bereich des Vorderlobus (M_1) zum Ausdruck, da dieser Zahnabschnitt als innerhalb der Zahnreihe endständiger Bereich die Möglichkeit besitzt, am stärksten zu variieren (s.o.). Dies gilt für M^3 ebenso wie für M_1. Dabei entspricht lagemäßig der Hinterlobus des M^3 dem Anteroconidkomplex (= Vorderlobus) des M_1.
Obwohl bei Arvicola kein zusätzlicher Anbau bzw. Einbau von Dentindreiecken erfolgt, so ist doch die Ausformung des Anteroconidkomplexes (bzw. der Hinterkappe) ein Beispiel für die verschiedenen Möglichkeiten und Kombinationen dieser Aus- und Einbuchtungen und deren Verlauf oder Form selbst.
Das Vorhandensein eines deutlich abgeschnürten Kopfes am M_1 ist beispielsweise bedingt durch tiefes Einschneiden sowohl von lingualer, als auch von buccaler Seite (Sl 4, Sb 3, Abb.3). Dadurch können nun deutlich erscheinende Ausbuchtungen (Antiklinalen), hier Al 5 und Ab 4 (Abb.3) auftreten.
Verlaufen dagegen diese Synklinalen (Sl und Sb, Abb.3) nicht gewinkelt oder geknickt, sondern bilden sie nur flache Mulden oder Eintiefungen, so kommen keine kräftigen Ausbuchtungen oder Antiklinalen im Anschluß (mesial) vor (siehe unten, intermedius-Typ Abb.24). Ähnlich kann auch der Verlauf der Sl 3 und das teilweise Abschnüren von T 4 Zusammenhänge verdeutlichen.
Es wurde versucht, die zahlreichen Varianten im Bereich der Vorderkappe mit Hilfe der durch unterschiedliche Intensität und Form gekennzeichneten Syn- und Antiklinalen zu untersuchen, um mögliche "Formentypen" erfassen zu können. Dabei wurden bestimmte Formvarianten in Gruppen zusammengefaßt; die unten aufgeführten morphologischen Kriterien, nach denen die Molaren (zunächst M_1) geordnet wurden zeigen graduell verschiedene Merkmale. Das morphologische Spektrum der Morphotypen wurde möglichst weit gefaßt.

4.3.1.1. Morphotypen des M_1

Abb.23

In einer Gruppe wurden diejenigen M_1 zusammengefaßt, die die Ausbildung einer sog. "Mimomyskante" , d.h. eine Ausbuchtung an T 4 mesial zeigen. Sie kann entweder andeutungsweise (schwach), oder deutlich vorhanden sein. Die unten genannten weiteren Merkmale, die ein Molar mit Mimomyskante außerdem noch aufweisen kann, wurden innerhalb dieser Gruppe nicht weiter unterschieden.
Das Auftreten einer Mimomyskante gilt als atavistisches Merkmal, das von der "Vorläufergattung" Mimomys stammt; es tritt aber auch bei rezenten Formen auf, wenn auch sehr selten.
Diese Variante entspricht dem früheren Typ praeceptor (vgl. Abb.23).

Abb.24

Die nächste hier unterschiedene Gruppe setzt sich aus Formen zusammen, die morphologisch in älterer Literatur als intermedius-Form benannt wurde.
Kennzeichnend ist hier die Ausbildung des Vorderlobus; Sl 4 und Sb 3 sind nur schwach eingetieft, der Umriß des Anteroconidkomplexes erscheint dadurch glockenförmig. Gleichzeitig liegen die vorhergehenden Synklinalen Sl 3 und Sb 2 auf etwa gleicher Höhe, d.h. die Umkehrpunkte dieser Synklinalen treffen beinahe zusammen. Der Anteroconidkomplex ist damit weitgehend symmetrisch aufgebaut (vgl. Abb.24).

Die beiden oben genannten Morphotypen zeigen noch deutlich die nahe Verwandtschaft zu den ursprünglichen Formen auf. Damit können sie in "Populationen" bei gehäuftem Auftreten als Hinweis auf phylogenetische "Nähe" zu ihren Vorläufern gewertet werden.

In eine dritte Gruppe wurden diejenigen Formen vereinigt, deren dritte Lingualsynklinale (Sl 3) gleichseitig ausgebildet ist, deren Form also als äquilateral bezeichnet werden kann (siehe RABEDER 1981). Die Schneidekanten sind in diesem Falle (gilt insbesondere für Sl 3) weder durch starkes Einschneiden, noch durch Umbiegen nach mesial verlängert. Ist Sl 3 deutlich äquilateral, so sind auch die übrigen Synklinalen noch nicht extrem provergent (d.h. nach vorne = mesial umgebogen). Diese Gruppe kann weiterhin in folgende Untergruppen gegliedert werden:

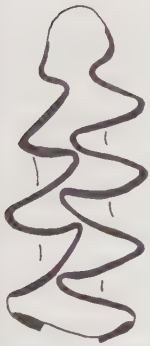


Abb.25

Bei äquilateral gebildeter Sl 3 sind die nach mesial anschließenden Synklinalen Sl 4 und Sb 3 ähnlich tief oder seicht ausgebildet; der Kopf erhält dadurch zumeist einen symmetrischen Umriß, da durch gleich starke Einbuchtungen die folgenden Antiklinalen ebenfalls in ähnlicher Intensität ausgebildet werden.
In Abhängigkeit von der Tiefe der Synklinalen Sl 4 und Sb 3 ist der Anteroconidkomplex breiter oder schmaler gebaut.
(vgl. Abb.25)

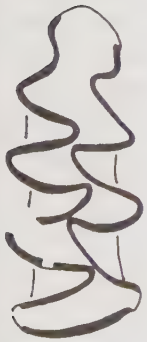


Abb.26

Bei ebenfalls äquilateraler Sl 3 kann nun ein mehr oder weniger deutlicher Unterschied in der Ausprägung von Sl 4 und Sb 3 bestehen; eine Untergruppe wird durch Morphotypen gebildet, bei welchen Sb 3 im Gegensatz zu Sl 4 stärker eingetieft ist. Zugleich ist die anschließende buccale Antiklinale (Ab 4) in den meisten Fällen ebenfalls stärker hervortretend als die gegenüberliegende Al 5.
Die Buccalseite des Anteroconidkomplexes ist damit gegenüber der Lingualseite betont, die Vorderkappe ist dadurch insgesamt leicht nach buccal geneigt (vgl. Abb.26).

Abb.27

Eine weitere morphologische Variante liegt bei solchen Formen vor, die ebenfalls unter Ausbildung einer äquilateralen Sl 3 an der Lingualseite stärkere Eintiefung der Sl 4 aufweisen als an der buccalen Seite des Anteroconidkomplexes (Sl 4 ist größer als Sb 3). Dabei ist Al 5 im Vergleich zu Ab 4 meist stärker ausgebildet. Hier ist also im Gegensatz zu der vorhergenannten Untergruppe die Lingualseite gegenüber der Buccalseite der Vorderkappe betont (vgl Abb.27).

Eine nächste Hauptgruppe zeigt Morphotypen, deren dritte Lingualsynklinale provergent, d.h. nach mesial gerichtet ist. Die Provergenz kann dabei in unterschiedlicher Intensität vorliegen, also leicht angedeutet bis stark umgebogen und die Sb 2 dabei überschneidend ausgebildet sein. Im Gegensatz zu dem Typ intermedius (s.o.) treffen in Extremfällen die Umschlagpunkte von Sl 3 und Sb 2 nicht mehr in einem Punkt zusammen. Es kann sogar das vierte Dentindreieck (T 4) beinahe von der Vorderkappe getrennt sein.
Wie bei den Formen mit äquilateraler Sl 3, so zeigen auch die Formen mit provergent gebildeter Sl 3 unterschiedliche Ausbildungen des Anteroconidkomplexes und führen damit zu folgenden Untergruppen

Abb.28

Analog zu den oben genannten Untergruppen treten auch bei provergenter Sl 3 Formen auf, die durch Ähnlichkeit von Sl 4 und Sb 3 dem Anteroconidkomplex ein nahezu symmetrisches Äußeres verleihen. Wieder sind auch hier die Antiklinalen Al 5 und Ab 4 gleich stark oder schwach vorhanden. Der Kopf nimmt dadurch häufig rundliche Formen an (vgl. Abb.28).

Die nächste Untergruppe wird durch morphologische Formen hervorgerufen, die buccal stärker ausgeprägte Synklinalen besitzen (Sb 3) als lingual (Sl 4). Die Vorderkappe kann also auch bei provergenter Sl 3 nach buccal geneigt sein, denn bei stärkerer Eintiefung von Sb 3 gegenüber Sl 4 ist auch in diesem Falle Ab 4 größtenteils deutlicher gebildet als Al 5 (vgl. Abb.29).

Abb.29

Eine weitere Untergruppe weist sich durch Betonung der Lingualseite des Anteroconidkomplexes gegenüber der Buccalseite aus, indem hier Sl 4 ausgeprägter ist als Sb 3. Damit tritt Al 5 zumeist deutlicher in Erscheinung als Ab 4, d.h. die Vorderkappe ist bzgl. ihrer Ein- und Ausbuchtungen lingual stärker entwickelt als buccal (vgl. Abb.30).

Abb.30

Deutlich soll hervorgehoben werden, daß jede dieser genannten Gruppen bzw. Untergruppen nicht durch völlig homogene Morphotypen gebildet wird, denn durch unterschiedlich starke Ausprägung der genannten Merkmale können "Übergangsformen" den Zusammenhang der Gruppen untereinander zeigen, sowie graduelle Unterschiede der Merkmale aufweisen, die innerhalb einer Gruppe oder Untergruppe bestehen.

4.3.1.2. M_1-Morphotypen verschiedener Fundstellen

Die morphologischen Untersuchungen, bzw. ein Vergleich der auftretenden Morphotypen wurde bei dem Material aus den Fundstellen Petersbuch, Hunas, Zoolithenhöhle, Fuchsenloch, sowie bei den rezenten Funden vorgenommen. Zum einen lag dort zahlreiches Material vor, zum anderen konnten bei den fossilen Fundstellen (außer Petersbuch) auch weitere Kleinsäuger bearbeitet werden (s.u.).

Ein Teil des morphologisch untersuchten Materials wurde hier abgebildet (siehe Taf. I-XX). Bei der Anfertigung dieser Tafeln wurde versucht, die Abbildungen in möglichst "geordneter" Form darzustellen. Im Detail ist dies allerdings nur bedingt durchführbar; so kann zunehmende Vertiefung einer Synklinale (z.B. der Sl 3) dargestellt werden, oder aber der Übergang von äquilateraler in provergente Form. Da aber weitere Merkmale nicht zwangläufig gekoppelt zu sein scheinen, muß bei den aufeinanderfolgenden bildlichen Darstellungen ein anderes Merkmal zunächst unberücksichtigt bleiben. Es können also beispielsweise graduelle Übergänge von weitem Hals, bei dem Sl 4 und Sb 3 nur flach eingetieft sind, bis zu einer deutlichen Einschnürung durch sehr tiefgreifende Synklinalen Sl 4 und Sb 3 aufgezeigt werden. Eine zunehmende Vertiefung der Sl 3 muß damit aber nicht gleichzeitig verbunden sein. Es liegen hier Kombinationen von ursprünglichen mit modernen Elementen vor, die in diesem Ausschnitt eine Art "Mosaikentwicklung" repräsentieren (siehe Abb.31).

Petersbuch

In seiner Bearbeitung zeigte v.KOENIGSWALD (1970), daß es sich bei den Arvicola-Funden aus Petersbuch um die Art A.cantiana handelt. Maße und weitere Merkmale sind bei v.KOENIGSWALD (1970) beschrieben.
Das Material wurde in der Staatssammlung München eingesehen. Die ersten unteren Molaren von Arvicola konnten anhand der oben genannten Kriterien einzelnen morphologischen Gruppen zugeordnet werden (vgl. Abb.31).
Auffällig häufig treten aus dieser Fundstelle Molaren mit deutlich ausgebildeter Mimomyskante auf; Formen, die bei äquilateraler Form der Sl 3 eine weitgehend symmetrisch gebildete Vorderkappe besitzen, sind dagegen selten vorhanden.

MORPHOTYPENVERTEILUNG (Arvicola M_1) EINZELNER FUNDSTELLEN

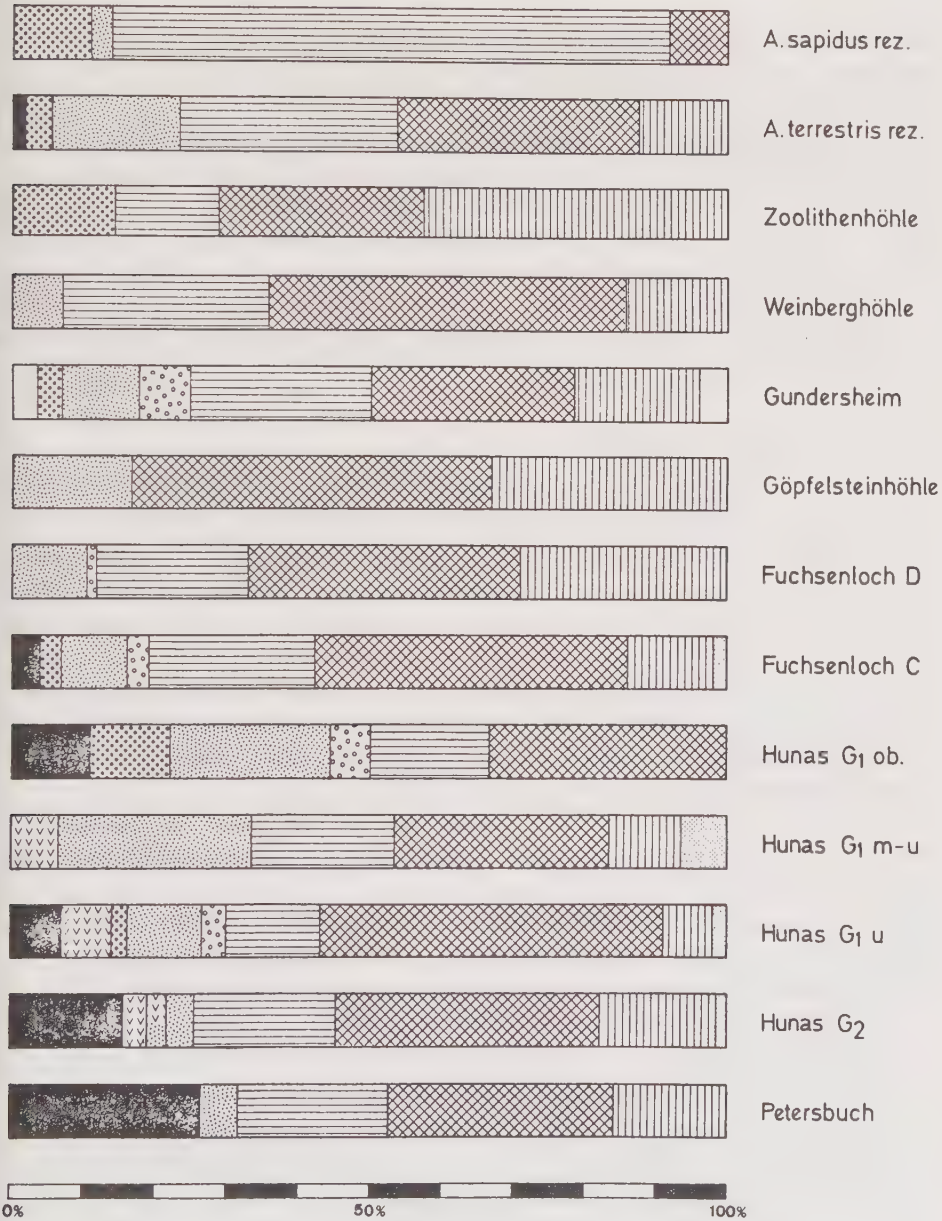


Abb. 31

Zwischen 20 und 30 % schwanken jeweils die Anteile der drei Untergruppen, die bei provergent gebildeter Sl 3 vorkommen, d.h. Sl 4 kann kleiner, gleich oder größer als Sb 3 sein.
Neben der ursprünglichen Schmelzdifferenzierung (siehe v.KOENIGSWALD 1970) deuten vor allem die häufig ausgebildeten Mimomyskanten auf ein vergleichsweise hohes Alter dieser Funde hin.
Somit lassen sich offensichtlich morphologische Merkmale bei Arvicola im Zusammenhang mit weiteren Kriterien zu einer Interpretation heranziehen (s.u.). Inwieweit anhand der morphologischen Analyse auch ökologische Aussagen möglich sind, soll gemeinssam mit weiteren Ergebnissen diskutiert werden.

Hunas, G2 (vgl. Taf.I,II)

Mimomyskanten treten aus diesem Bereich häufig auf (Taf.I, Fig.1-4) gleichzeitig ist dabei Provergenz der Sl 3 möglich, sowie auch die Ausbildung eines rundlichen Kopfes durch Einschneiden von Sl 4 und Sb 3. Intermedius-Formen und Übergänge zu der Gruppe mit äquilateraler Sl 3 durch zunehmende Vertiefung von Sl 4 und Sb 3 sind vorhanden (Taf.I, Fig.7,8).
Die Gruppe mit äquilateral geformter Sl 3 zeigt, daß bereits hier ein Übereinander von Sb 2 und Sl 3 auftreten kann, eine Überlagerung dieser beiden Synklinalen also nicht zwangsläufig von provergent gebildeten Synklinalen abhängig sein muß.
Fig. 11 und 12 (Taf.I) weisen einen Zahnbau auf, der bei juvenilen Formen vorkommt, die noch keine ausgeprägt konvexen Abschnitte tragen.
Neben den Formen, die als ursprünglich angesehen werden können, sind aber auch durch deutliche Provergenz der Sl 3 "fortschrittlichere" Typen vorhanden. Es kann bereits ein viertes Dentindreieck (T 4) durch tiefes Einschneiden der Sl 3 zur Hälfte von der Vorderkappe getrennt sein (Taf.II, Fig.3,8,10,11), oder es können durch tiefe Einbuchtungen von Sl 4 und Sb 3 die von vorne (d.h. von mesial) gesehenen ersten Schneidekanten gegenüber den intermedius-Varianten verlängert und somit in ihrer Funktionstüchtigkeit gesteigert sein (Taf.II, Fig.3,4,11).

Hunas, G1 unten (Taf.III; Taf.IV; Taf.V, Fig.1,2)

Auch hier sind die mit einer Mimomyskante versehenen Exemplare noch relativ häufig, gegenüber den Funden aus G2 aber um die Hälfte reduziert (siehe Abb.31). Dieser ehemals als praeceptor bezeichnete Typ zeigt bei Provergenz von Sl 3 ebenfalls rundliche Kopfformen. Ungefähr gleich häufig sind Molaren des Typs intermedius.
Es folgen mit zunehmender Häufigkeit Molaren mit äquilateraler Sl 3 und mit meist symmetrisch gebildeter Vorderkappe; selten treten Morphotypen auf bei denen Sl 4 und Sb 3 unterschiedlich ausgebildet sind; wenn, dann sind die Unterschiede zwischen diesen beiden Synklinalen nicht sehr groß.
Am häufigsten sind Formen vorhanden, die eine Provergenz der Sl 3 zeigen und mit verschiedenen Eintiefungsgraden dieser Sl 3 zugleich symmetrisch eingetiefte Synklinalen Sl 4 und Sb 3 aufweisen, deren Intensität unterschiedlich sein kann (flach/stark). Durch diese Bauweise entstehen rundliche, gleichmäßige Kopfformen. Molaren, die bei provergenter Sl 3 nach lingual oder nach buccal weisende Vorderkappen tragen, je nachdem, ob Sl 4 oder Sb 3 im Vergleich tiefer einschneiden, sind gemessen an Formen mit symmetrischer Vorderkappe seltener. Ist Sl 4 tiefer als Sb 3, so sind die Unterschiede zwischen diesen beiden Synklinalen meist sehr deutlich und es kommt zu einer kräftig entwickelten Al 5 (Taf.IV, Fig.9,10,11).
Gegenüber den Funden aus G2 nehmen also die Formen mit Ausblidung einer äquilateralen Sl 3 und intermedius-Formen auf Kosten der Molaren mit Mimomyskante zu. Etwas weniger häufig als in G2 sind auch Typen mit provergenter Sl 4. Innerhalb dieser Gruppe herrschen aber symmetrische Bauweisen mit gleichförmig eingetieften Synklinalen Sl 4 und Sb 3 vor.

Hunas, G1 mitte bis unten (m-u) (Taf.V, Fig.3; Taf.VI)

Aus diesem Abschnitt fehlen Zähne mit Ausbildungen von Mimomyskanten. Mit gleicher Häufigkeit wie in G1 unten sind dagegen intermedius-Formen vertreten. Zugenommen hat die morphologische Gruppe mit äquilateral gebildeter Sl 3, die hier nur Vertreter mit symmetrisch eingetieften Synklinalen Sl 4 und Sb 3 zeigt.

Trotz leichter Abnahme gegenüber G2 und G1 unten sind die hier häufigsten Molaren diejenigen mit provergenter Sl 3; wieder können Sl 4 und Sb 3 symmetrisch, oder voneinander verschieden sein. Ein Exemplar zeigt im Bereich der Vorderkappe eine deutlich entwickelte Insel (Taf.V, Fig.3) und erinnert damit an die Mimomys-Vorfahren.
Komplikationen in Form von Ausbuchtungen auf lingualer, sowie auf buccaler Seite im Bereich des Anteroconidkomplexes zeigt Fig.12, Taf.VI.

Hunas, G1 oben (Taf.VII)

Mimomyskanten treten hier wieder mit mehr als 10 % auf, intermedius-Formen fehlen dagegen vollständig (vgl. Abb.31).
Molaren mit äquilateral gebildeter Sl 3 sind mit annähernd 40 % vergleichsweise häufig, wobei Sl 4 kleiner, gleich, oder größer als Sb 3 gebildet sein kann. Damit ist eine Zunahme der Formen mit äquilateraler Sl 3 gegenüber den bisher erwähnten Schichtgliedern aus Hunas zu ersehen, wobei diese Zunahme von G2 über G1 unten und G1 mitte bis unten nach G1 oben erfolgt, bei gleichzeitiger Abnahme der Typen mit provergent geformter Sl 3, die hier ca. 50 % beträgt. Bei Provergenz der Sl 3 können sich Sl 4 und Sb 3 entsprechen, oder Sl 4 kann gegenüber Sb 3 verstärkt sein.

Hunas insgesamt

Es treten in allen überprüften Bereichen von Hunas viele Morphotypen auf. Die in G2 beobachtete Vormacht der Formen mit provergenter Sl 3 wird allmählich (über G1 unten, G1 mitte-unten, bis G1 oben) durch Zunahme der Typen mit äquilateraler Sl 3 zurückgedrängt.
In ihrer Anzahl schwankend sind Molaren mit Mimomyskante und die sog. intermedius-Formen. Allgemein sind Molaren mit symmetrisch ausgebildetem Anteroconidkomplex -bei äquilateraler oder provergenter Sl 3, oder bei intermedius-Formen- vorherrschend. Einseitig (lingual oder buccal) größere Vertiefung zeigende morphologische Typen treten zurück.
Große Variationsmöglichkeiten lassen sich bei den Antiklinalen feststellen, die mit allen möglichen Übergängen von spitzförmig bis gerundet auftreten können.

Die Schmelzbänder, nun ohne Berücksichtigung ob es sich um luv- oder leeseitige Schmelze handelt, können insgesamt geringmächtig bis kräftig entwickelt sein. Die Ausbildungen von konvexen (leeseitigen) Abschnitten der Triangel sind mäßig oder deutlich.
Der beobachtete Formenreichtum zeigt sich auch in anderen Schichtniveaus aus Hunas, wie Einzelfunde (vgl. Taf.VIII) beweisen.

Göpfelsteinhöhle (Taf.IX)

Nur drei morphologische Varianten zeigen die nicht sehr zahlreich vertretenen Funde aus der Göpfelsteinhöhle; sie sollen hier in erster Linie als Vergleichsmaterial dienen. Ausbildungen von äquilateraler Sl 3 sind dabei vergleichsweise selten. Vorherrschend ist die Sl 3 provergent gebildet und zeigt gleich tiefe Ausbildungen von Sl 4 und Sb 3.
Der Anteroconidkomplex besitzt größtenteils einen großen Kopf, der durch Symmetrie von Sl 4 und Sb 3 rundlich wird.

Zoolithenhöhle (Taf.X)

Das Verhältnis der Morphotypen mit provergent geformter Sl 3 zu solchen mit äquilateraler Sl 3 entspricht demjenigen aus der Göpfelsteinhöhle (s.o.). Molaren mit symmetrischem Anteroconidkomplex werden allerdings von Formen mit einseitig eingetieften Synklinalen (Sl 4 oder Sb 3) mengenmäßig übertroffen, wobei der Unterschied von Sl 4 zu Sb 3 im allgemeinen sehr groß ist. Auch hier ist die Vorderkappe, insbesondere der Kopf, groß ausgebildet.

Gundersheim (Taf.XI)

Die Variabilität der Morphotypen ist hier gegenüber dem Material aus der Göpfelsteinhöhle und aus der Zoolithenhöhle erhöht. Dies zeigt sich darin, daß bei äquilateraler Sl 3 die vierte Lingualsynklinale (Sl 4) gleich, kleiner oder größer als Sb 3 sein kann. Solche unterschiedlichen Verhältnisse von Sl 4 und Sb 3 zueinander kommen auch bei Provergenz der Sl 3 vor. Insgesamt treten provergente Typen häufiger als äquilaterale auf. Das Material dieser Fundstelle weist, ähnlich wie Hunas, relativ große Vorderkappen auf.

Fuchsenloch, Schicht C (Taf.XII,XIII)

Hier treten wieder Mimomyskanten auf. Wenn deren Ausbildung auch nicht ganz so markant erscheint, wie bei den Funden aus Hunas, so sind sie doch deutlich sichtbar. Der Formenreichtum in Zusammenhang mit äquilateral gebildeter Sl 3 ist groß; die Ausbildung des Anteroconidkomplexes ist dabei in Abhängigkeit von der Ausbildung der Sl 4 und der Sb 3 verschieden (Taf.XII, Fig.4-8).
Ebenfalls deutliche Unterschiede zeigen sich bei der Ausprägung von provergenter Sl 3, die schwach angedeutet bis deutlich eingetieft sein kann, oder sogar die Sb 2 überlappt. Sl 4 entspricht in den meisten Fällen der Sb 3, es treten aber auch ebenso unterschiedliche Ausbildungen von Sl 4 gegenüber Sb 3 auf.
Insgesamt ist der Formenreichtum aus dem Fuchsenloch C hoch, bei zahlenmäßig deutlicher Übermacht von Molaren mit provergenter Sl 3.

Fuchsenloch, Schicht D (Taf.XIV,XV)

Noch häufiger als in Schicht C sind hier Formen mit provergent gebildeter Sl 3; demgegenüber kommen äquilaterale Ausformungen der Sl 3 seltener vor. Mimomyskanten konnten bei keinem der untersuchten Exemplare nachgewiesen werden. Der Formenreichtum ist nach hier ausgewählten Kriterien gegenüber Schicht C eingeschränkt.
Anteroconidkomplex sowie Schmelzbelag sind durchwegs kräftig entwickelt, wie auch insgesamt die Molaren durch ihre Größe auffallen (siehe auch metrische Ergebnisse).

Weinberghöhle (Taf.XVI)

Die Funde aus der Lokalität Weinberghöhle sind groß und kräftig. Die auftretenden Morphotypen lassen sich gut mit denjenigen aus dem Fuchsenloch Schicht D vergleichen. Sowohl die Formen, als auch deren prozentuale Anteile stimmen weitgehend zwischen diesen beiden Fundstellen überein (siehe Abb.31).

Arvicola terrestris, rezent (Taf.XIX,XX)

Das rezente Vergleichsmaterial weist eine große morphologische Vielfalt auf. Sie zeigt sich in der unterschiedlichen Gestaltung des Anteroconidkomplexes und im Vorhandensein von zierlichen Formen (Taf.XVII, Fig.9; Taf.XVIII, Fig.7), neben kräftig entwickelten Molaren (Taf.XVII, Fig,7,8; Taf.XVIII, Fig.2,4,5,8,12).

Im Vergleich zu dem fossilen Material sind die rezenten Funde als Gesamtheit morphologisch am ehesten (ohne Berücksichtigung der Schmelzdifferenzierung!) mit den Funden aus Hunas und aus dem Fuchsenloch Schicht C zu vergleichen. Dies gilt gleichermaßen für die metrischen Ergebnisse (s.o.). Durch die im Durchschnitt nicht sehr großen Zahnlängen von A.terrestris kann möglicherweise der Provergenz der Synklinalen nicht so viel Platz gegeben werden und es entstehen Formen, die in ihrer Gesamtheit nicht so ausgeprägt konvexe Abschnitte der Dentindreiecke zeigen (vgl. "Vereinfachung" bei AGADJANIAN 1983). Auch bei dem Rezentmaterial kommen Mimomyskanten vor (Taf.XVII, Fig.1), sie treten aber nicht häufig auf. Allgemein überwiegen Molaren mit provergenter Sl 3, die wie bei dem fossilen Material von angedeutet bis stark entwickelt sein kann.
Eine zunehmende Entwicklung der Antiklinalen oder der Synklinalen im Bereich der Vorderkappe ist gegenüber dem jungpleistozänen Material keinesfalls zu beobachten.

Arvicola sapidus, rezent (Taf.XIX,XX)

Diese auch rezentbiologisch gesicherte eigenständige Art fällt in erster Linie durch ihre enorme Molarengröße auf (siehe auch metrische Ergebnisse). Morphologisch lassen sie sich von der Art terrestris nicht durch abweichende oder gar neue Morphotypen abgrenzen. In ihrer quantitativen Zusammensetzung (vgl. Abb.31) zeigen die Molaren von A.sapidus jedoch Unterschiede zu A.terrestris. So sind bei A.sapidus mit mehr als 75 % Morphotypen vertreten, bei denen Sl 3 provergent ist und gleichzeitig Sl 4 tiefer einschneidet als Sb 3. Insgesamt ist damit auch Al 5 häufig deutlich entwickelt und auch Sl 5 tritt vergleichsweise oft auf.
Bei äquilateraler Form der Sl 3 ist innerhalb des untersuchten Materials Sl 4 häufig tiefer angelegt als Sb 3; vereinzelt sind Sl 4 und Sb 3 gleichförmig entwickelt.
Damit sind sowohl bei äquilateraler, als auch bei provergenter Sl 3 nur jeweils zwei Varianten bzgl. der Ausbildung von Sl 4 gegenüber Sb 3 vertreten, wobei Formen mit vergleichsweise stärkerer Sl 4 erheblich häufiger sind.
Intermedius- oder praeceptor-Typen konnten bei A.sapidus nicht beobachtet werden, ebensowenig eine zunehmende Eintiefung bzw. stärker werdende Sl 3.

Häufig zeigen Schmelzbeläge, welche die Dentindreiecke umgeben, kleine "Unebenheiten". Sie können sowohl luv- als auch leeseitig auftreten und verleihen dadurch den Molaren ein gewisses "barockes Äußeres" (Taf.XIX, Fig.1,2,4,11; Taf.XX, Fig.6-8,10-12).
Bei zwei Zahnpaaren (Taf.XX, Fig.5-8) aus der jeweils linken und rechten Kieferhälfte konnten unterschiedliche Ausbildungen (re und li) im Anteroconidkomplex festgestellt werden. Es handelt sich dabei um kleinere Ausbuchtungen an T 4 bzw. an T 5; eine Zuordnung zu unterschiedlichen Morphotypen ist damit allerdings nicht verbunden.
Der Anteroconidkomplex (siehe Abb.3) ist bei A.sapidus gegenüber A.terrestris nicht verlängert, möglicherweise ist dies auch darin begründet, daß Sl 3 nicht verstärkt ist und damit keine Anzeichen für eine mögliche Vergrößerung des Vorderlobus aufweist.

4.3.1.3. Vergleich mit der morphologischen Beschreibung von Arvicola bei NADACHOWSKI (1982)

Morphologische Varianten bei Arvicola wurden von NADACHOWSKI (1982) untereinander verglichen. Mein von der genannten Bearbeitung abweichendes Vorgehen resultiert daraus, daß hier im Gegensatz zu NADACHOWSKI vornehmlich die Gestaltung der Synklinalen als wichtiges Merkmal angesehen wird und als "potentieller Lieferant" für Schneidekanten interpretiert wird. Es wird also damit die Entwicklung bzw. die Ausformung von Synklinalen analysiert. Ebenso wird hier eine gegenseitige Abhängigkeit von Syn- und Antiklinalbildung angenommen, d.h. Aussagen, die aufgrund der Syn- und Antiklinalbildungen zustande kommen, sollten sich ergänzen.
Im Gegensatz zu NADACHOWSKI wurde in der vorliegenden Bearbeitung nicht nur der vordere Teil des Anteroconidkomplexes (= AC 2 bei NADACHOWSKI 1982), d.h. Ausformung des Kopfes als Hauptgegenstand gewählt, sondern vielmehr der Anteroconidkomplex insgesamt, der auch durch den Habitus der Sl 3 sowie der Sb 2 in seiner Ausformung beeinflußt wird. Damit liegen unterschiedliche Ansatzpunkte der beiden Bearbeitungen vor und erschweren einen direkten Vergleich.
Andererseits lassen sich in vielen Fällen trotzdem gute Übereinstimmungen zwischen beiden Bearbeitungsweisen ersehen, da eine Abhängigkeit von Syn- und Antiklinalbildung zu beobachten ist.

Sind z.B. Al 5 und Ab 4 (entspricht LSA 5 und BSA 4 bei NADACHOWSKI 1982) gleich ausgebildet, besteht auch weitgehende Ähnlichkeit zwischen Sl 4 und Sb 3 (siehe Fig.11, NADACHOWSKI 1982).
NADACHOWSKI unterscheidet grundsätzlich acht Haupttypen (A-H); wesentlichste Kriterien werden in der Ausformung von LSA 5 (= Al 5) und von BSA 4 (= Ab 4) gesehen. Zusätzliche Merkmale, wie Kopfform, Kantenbildung (Mimomyskante) etc. führen zu seinen morphologischen Gruppen.
Einem "Abflachen" ("flattening") -siehe Typ A und B bei NADACHOWSKI 1982- oder anderen abweichenden Formen in diesem Bereich des Vorderlobus sollte meines Erachtens keine allzu große Bedeutung beigemessen werden, da diese schmelzfreie Region in ihrer Gestaltung aus der von Zahnschmelz umgebenen Vorderkappe hervorgeht.
Der Morphotyp C bei NADACHOWSKI mit verstärkter LSA 5 (= Al 5) zeigt eindeutige Vormacht der Sl 5 gegenüber Sb 4 und unterscheidet sich von seinem Typ D mit verstärkter BSA 4 (= Ab 4) auch dadurch, daß in diesem Fall Sb 3 tiefer einschneidet als Sl 4.
Die Zahntypen E und G (vgl. NADACHOWSKI 1982) würden in vorliegender Arbeit nicht zur Aufstellung eigener Morphotypen führen, ihre Merkmale werden hier als "Komplikationen" aufgefaßt.
In eine selbstständige Gruppe werden sowohl bei NADACHOWSKI als auch hier Formen vereinigt, die die Ausbildung einer Mimomyskante aufweisen.
Der Formentyp H bei NADACHOWSKI zeigt ein Zahnmuster, bei welchem T 4 bereits geschlossen ist. Für seine Abtrennung wird nach hier vorliegender Untersuchung (s.o.) in erster Linie das extrem tiefe Einschneiden der Sl 3 als verantwortlich angesehen und nicht etwa BRA 3 (= Ab 3), zumal auch andere Zahntypen eine deutliche Ab 3 aufweisen, ohne daß T 4 abgetrennt wird (siehe NADACHOWSKI 1982, Fig. 11, Typ C,D).

Insgesamt werden bei beiden Bearbeitungen symmetrische und asymmetrische Ausformungen im Bereich der Vordekappe zur Einordnung in morphologische Gruppen herangezogen. Nach hier angewandtem Vorgehen stehen allerdings die als Synklinalen bezeichneten Eintiefungen im Vordergrund; sie variieren in Form und Tiefe erheblich und werden als mitverantwortlich für die Ausformung der Antiklinalen angesehen.
Die Einbeziehung der dem Anteroconidkomplex vorgeschalteten Synkli-

nalen (insbesondere der Sl 3) ermöglicht auch eine Ausdehnung der Untersuchungen über einen größeren Zahnabschnitt, der in seiner Vielfältigkeit mehr Aussagen und Erklärungen für Zusammenhänge morphologischer Gestaltung erlaubt.

4.3.1.4. M_1-Morphotypen und ihre Verteilung

Die qualitative und quantitative Verteilung der aufgestellten Morphotypen (s.o.) sind in Abb.31 dargestellt.
Den Abbildungen der Tafeln I-XX kann entnommen werden, welche Kriterien zur Zuordnung der hier unterschiedenen Typen führten und weiter, wie zahlreich die individuellen Unterschiede insbesondere im Bereich des Anteroconidkomplexes sind.
Es können zusätzliche Merkmale, wie z.B. die Anlage einer Sl 5, oder die Ausbildung der Dentindreiecke (T 1-3) selbst, sowie der Hinterlobus, der in Höhe und Breite variiert beobachtet werden. Deutlich wird außerdem, daß allgemein die Dentindreiecke der buccalen Seite kleiner sind, als die lingualen Dentindreiecke oder Triangel. Allgemein gültig ist ferner, daß die Zahnbreite insgesamt kaum variiert (siehe Abb.2, B2,B3,B4,B5), demgegenüber ist die Breite im Kopfbereich immer geringer und erheblich variabler.
In beinahe allen Fällen sind Sb 1 und Sb 2 gleichförmig und provergent gebildet. Auf lingualer Seite ist Sl 2 die am tiefsten einschneidende Synklinale; nur in wenigen Fällen zeigt auch Sl 3 dieses Niveau, während Sl 1 nicht den Provergenzgrad der Sl 2 erreicht.

Nach Auswertung der Morphotypen können die praeceptor-Formen zu den ursprünglichen Varianten gezählt werden. Sie weisen von Petersbuch ausgehend bis in die jüngeren Bereiche abnehmende Tendenz auf; daß sie auch noch bei rezenten Funden vereinzelt auftreten, kann als atavistisches Merkmal angesehen werden.
Auch die intermedius-Varianten zeigen geringere Evolutionshöhe an, sie treten vorzugsweise in dem Material aus Hunas auf und dort in G2, G1 unten und G1 mitte-unten. Ihr Fehlen in Petersbuch kann materialbedingt sein, aus dieser Fundstelle lagen nur 19 M_1 vor.
Daß die Zusammensetzung der fossilen und der rezenten Fundstellen qualitativ und quantitativ unterschiedlich ist, zeigen die Auswertungen der Morphotypen (Abb.31).
Die jungquartären und rezenten Funde weisen hier eine eindeutige Überzahl von Molaren auf, deren dritte Lingualsynklinale provergent

geformt ist (in Abb.31 durch Strichsignaturen gekennzeichnet). Ob sich dabei Sl 4 und Sb 3 in Form und Tiefe gleichen, oder ob sie abweichend voneinander gestaltet sind, ist ebenfalls der Abb.31 zu entnehmen. Eine trendmäßige Zu- oder Abnahme einer dieser Varianten (Untergruppen) ist dabei nicht festzustellen. Die Funde aus Hunas weichen in dieser Beziehung von den jüngeren Fundkomplexen ab. Es wird deutlich, daß innerhalb Hunas zunächst Formen mit äquilateraler Sl 3 zunehmen und gleichzeitig damit eine Abnahme der Morphotypen mit provergent gebildeter Sl 3 zu verzeichnen ist (vgl. Ergebnisse der Schmelzdicke).

Wie intermedius- und praeceptor-Formen, so muten auch Varianten mit äquilateraler Sl 3 etwas ursprünglicher an. Anteilsmäßig treten die Morphotypen mit provergent gebildeter Sl 3 in Hunas gegenüber den jungquartären Funden zurück, wie deutlich bei den Funden aus dem Bereich G1 oben (Hunas) festzustellen ist.

Das rezente Vergleichsmaterial von A.terrestris läßt sich anhand seiner Morphotypen mit den jungquartären Funden vergleichen. Formen mit provergenter Sl 3 sind jeweils in der Überzahl. Daneben treten aber auch weiterhin Molaren mit äquilateral gebildeter Sl 3 auf, sie sind sogar noch etwas häufiger als bei Funden aus dem Fuchsenloch, aus der Weinberghöhle, oder aus der Zoolithenhöhle.

Wie bereits erwähnt, kommt es auch bei dem Rezentmaterial gelegentlich zur Ausbildung von Mimomyskanten.

Insgesamt bleibt bei A.terrestris im Rezentbereich der Formenreichtum bzgl. der ersten unteren Molaren erhalten, dabei sind bei mehr als 75 % Formen mit provergenter Sl 3 vorhanden.

Das Material der rezenten A.sapidus zeigt nun ebenfalls eine deutliche Dominanz der "modernen" Formen, d.h. auch hier ist zum größten Teil Sl 3 provergent gebildet. Im Unterschied zu allen übrigen Funden ist hier vorzugsweise ein bestimmter Formentyp (eine Untergruppe) ausgebildet; nämlich mehr als 70 % aller Molaren weisen bei provergenter Sl 3 zugleich stärkere oder deutlichere Eintiefung der Sl 4 gegenüber Sb 3 auf. Somit lassen sich die Molaren (M_1) von A. sapidus nicht nur metrisch, sondern auch morphologisch von dem terrestris-Formenkreis unterscheiden (siehe auch Taf. XIX, XX; Molaren von A.sapidus zeigen gehäuft die Anlage einer Sl 5).

4.3.1.5. Metrische und morphologische Beziehungen

Durch den A/L-Wert wird ausgedrückt, wie hoch der prozentuale Anteil des Anteroconidkomplexes in Bezug zur Gesamtlänge des M_1 ist (A/L = V1 x 100/L M_1). Es sollte untersucht werden, ob ein Zusammenhang zwischen den fossilen und den rezenten Funden in metrischer und morphologischer Hinsicht besteht, bzw. ob sich eine Entwicklung abzeichnet.
Die A/L-Werte der verschiedenen Fundstellen wurden errechnet und in Abb.32 dargestellt.
Deutlich zeigt sich für die Funde aus Hunas, daß dort niedrige A/L-Werte bei allen Morphotypen vorliegen. Damit wird erkennbar, daß bei dem Material aus Hunas (M_1) der Anteroconidkomplex in seinem Verhältnis zur Gesamtlänge nicht gelängt ist.
Die Exemplare der jungquartären Fundstellen weisen demgegenüber durch höhere Werte für A/L eine Längenzunahme des Vorderlobus auf. Im Rezentbereich setzt sich diese Tendenz nicht fort, wie die Ergebnisse für die rezenten Arten A.terrestris und A.sapidus klar zeigen.
Gleichzeitig ist der Abb.32 zu entnehmen, daß offensichtlich keine der morphologischen Gruppen bevorzugt an einer Verschiebung der A/L-Werte beteiligt ist.
Daß die Maße für den Anteroconidkomplex bei A.sapidus sogar noch niedriger sind als bei A.terrestris (rezent), obwohl für die Gesamtlänge des M_1 deutlich die höchsten Werte vorliegen (s.o., Abb.13, 19), weist auf die Unterschiede dieser beiden Arten auch in dieser Beziehung hin. Ein bei AGADJANIAN (1983) vermuteter primitiverer Charakter von A.sapidus ließe sich anhand dieser Ergebnisse eventuell bestätigen.
Ob eine Abhängigkeit zwischen Morphotypen und Gesamtlänge bei den ersten unteren Molaren besteht, sollte ebenfalls überprüft werden. In Abb.33 sind die Mittelwerte der M_1 der unterschiedenen Morphotypen nach Fundstellen geordnet dargestellt. Eine Bindung von Morphotypen an bestimmte Zahngrößen kann dabei nicht festgestellt werden, wenn auch Formen mit Mimomyskante oder intermedius-Typen in metrisch niedrigeren Bereichen liegen. Insgesamt läßt sich auch dieser Darstellung entnehmen, daß die jungquartären Funde etwas länger sind; dies ist bei allen morphologischen Varianten gleichermaßen festzustellen.

Zusammenfassend kann also festgehalten werden:
Arvicola aus Hunas ist gekennzeichnet durch vergleichsweise geringere Zahnlängen (L,Vl), der Formenreichtum beinhaltet auch ursprünglichere Varianten.
Bei den jungquartären Funden nehmen Zahngröße und Größe des Anteroconidkomplexes gegenüber Hunas zu, ursprüngliche Morphotypen sind selten, oder fehlen.
Rezent unterscheiden sich A.terrestris und A.sapidus anhand ihrer Längenmaße (L M_1) und anhand der Verteilung der Morphotypen.
Im Vergleich zu dem jungquartären Material ist A.terrestris rezent kleiner (niedrigere L- und A/L-Werte) und nur wenig größer als die Funde aus Hunas. Das Formenspektrum von A.terrestris rezent weist dagegen mehr Ähnlichkeiten zu dem jungquartären Material auf, als zur Arvicola aus Hunas.
A.sapidus zeigt trotz sehr großer Zahnlängen keine Verlängerung des Anteroconidkomplexes bei M_1. Morphologisch wird durch die deutliche Dominanz nur eines Morphotyps der Unterschied zu allen anderen Beispielen deutlich.

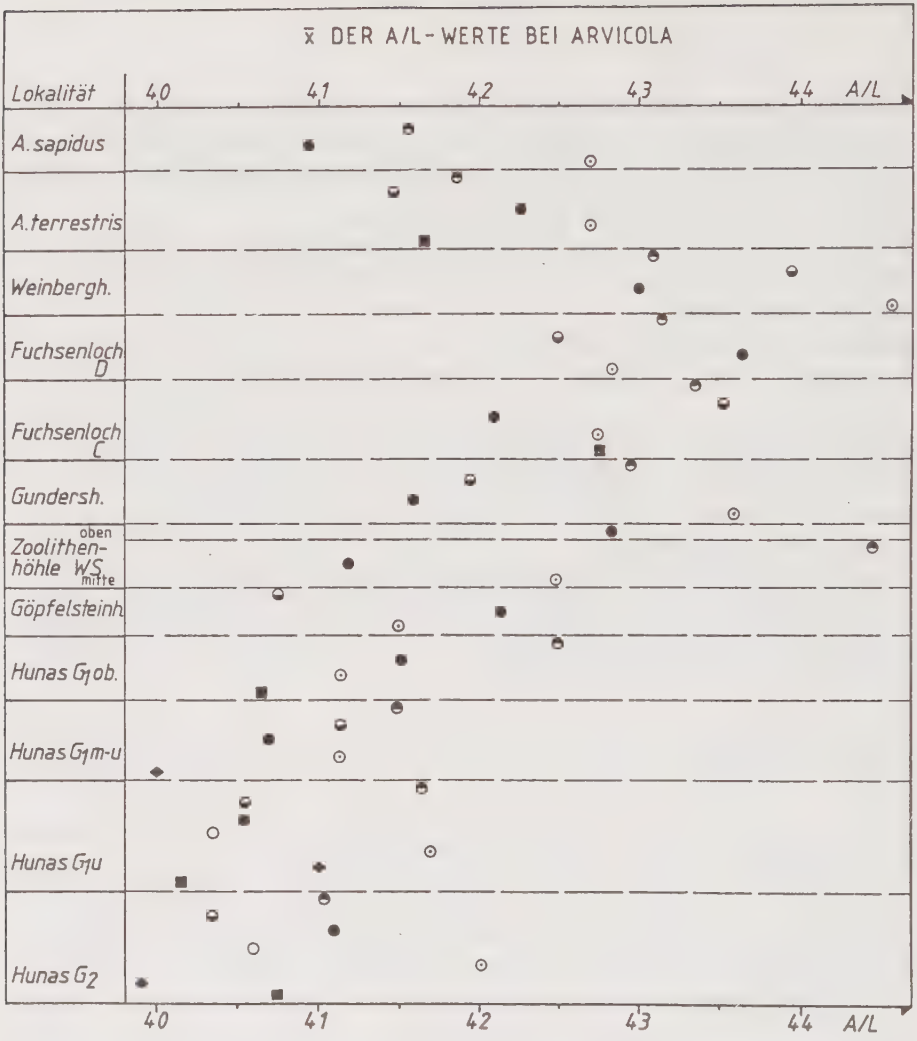


Abb. 32 Reihenfolge auf der Ordinate entspricht Reihenfolge nach der Legende

$\bar{x}$ der Länge L (M_1) bei Arvicola

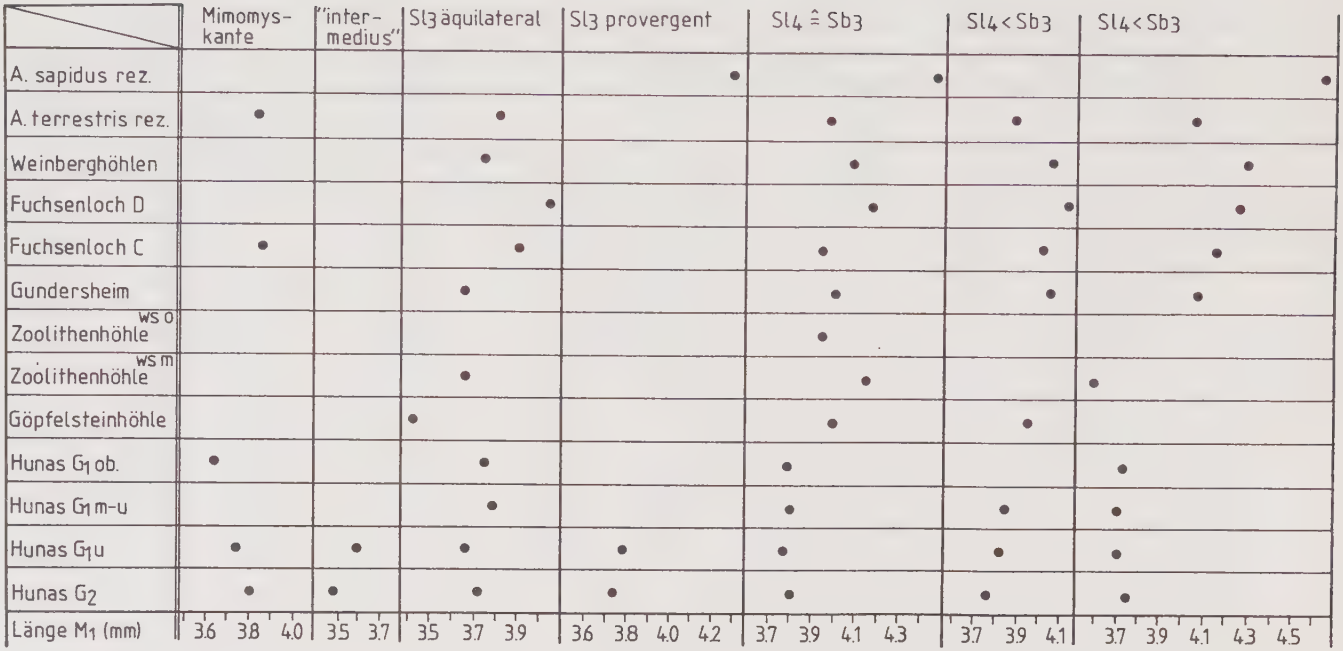


Abb. 33

4.3.2. Die Kaufläche des M_2

An einigen Beispielen wird klar erkennbar, daß der M_2 eng in seiner Ausbildung mit derjenigen des M_1 gekoppelt ist.
Dies wird durch die Funde deutlich, in denen sowohl M_1 als auch M_2 einer Zahnreihe erhalten sind. (vgl. Taf.I,V,VII,VIII, sowie Abb.3).
T 1 und T 2 des M_2 entsprechen dabei morphologisch den Triangeln T 1 und T 2 des M_1, während Sb 2 des zweiten unteren Molaren der Ausprägung der Sl 3 des M_1 entspricht.
Sind beispielsweise im M_1 T 1 und T 2 nicht vollständig voneinander getrennt, so ist auch eine kleine Dentinbrücke zwischen T 1 und T 2 im M_2 vorhanden; schneidet Sl 3 bei M_1 so tief ein, daß T 4 nicht mehr offen mit T 5 verbunden ist, so schneidet auch Sb 2 des M_2 tief ein.
Somit kann möglicherweise auch der zweite untere Molar zu ähnlichen Ergebnissen führen, wie sie durch die Untersuchungen an dem ersten unteren Molaren zustande kommen, wenn auch in bescheidenerem Maße, da ja bei M_2 der Anteroconidkomplex mit seinen Variationen fehlt.
Wegen der geringen Anzahl der hier untersuchten Beispiele, muß von weiteren Interpretationen Abstand genommen werden.

4.3.3. Die Kaufläche des M^3

4.3.3.1. Morphotypen des M^3

Auch der dritte obere Molar zeigt wie der M_1 unterschiedliche Kauflächenmuster (vgl. Abb. der Taf. XXI-XXV).
Dies wird einmal hervorgerufen durch die unterschiedliche Anzahl geschlossener Dentindreiecke (eins, zwei oder drei), zum anderen auch hier (vgl. M_1) durch abweichende Gestaltung der Synklinalen.
Eine größere Formkonstanz zeichnet sich für den Bereich des vorderen Zahnabschnittes von M^3 ab, der lagemäßig dem hinteren Abschnitt des unteren M1 entspricht.
Das Triangel T2 ist im M^3 in jedem Fall geschlossen und wird von der immer postvergent gebildeten Sl 2 begrenzt und damit vom distalen Zahnabschnitt getrennt. Die Form dieses Dentindreiecks variiert je nach Ausbildung der Sb 1. Sie ist in seltenen Fällen "gerade" (äquilateral) gebildet, wodurch dann T2 kaum konvexe Ausbuchtungen zeigt. Meist kommt es durch stärkere Postvergenz der Sb 2 zu einer deutlichen Ausbuchtung an T2. Im weiteren Zahnabschnitt können dann durch zunehmende Eintiefungen von Sb 2 und Sl 3 zwei weitere Triangel (T3 und T4) geschlossen werden.
Zwei Exemplare zeigen ungewöhnliche Varianten (Taf.XXIII, Fig.9, 10). Sb 2 ist dort stark eingetieft und postvergent, Sl 3 gleichzeitig verhältnismäßig flach. Die Hinterkappe ist kurz und zeigt nur schwache Andeutung einer Sb 3.

Grundsätzlich gilt für den M^3, daß die buccalen Synklinalen weniger tief einschneiden als die Lingualsynklinalen, auch sind sie weniger stark oder überhaupt nicht postvergent ausgebildet. Dabei entsprechen sich in etwa Sb 1 und Sb 2 in Form und Tiefe, während Sb 3 wesentlich schwächer ausgebildet ist und häufig eine nur muldenförmige Eintiefung bildet. Die Lingualsynklinalen schneiden also allgemein tiefer ein als die buccalen Synklinalen, Sl 2 ist dabei immer postvergent. Sl 3 variiert stark; durch die Art ihrer Ausbildung kann ein drittes Triangel abgeschnürt sein, oder aber -bei geringerem Einschneiden- die Verbindung der Ab 3 mit der Hinterkappe erhalten bleiben.
Eine vierte Lingualsynklinale wird nur selten angelegt; ist sie vorhanden, tritt sie nur als seichte Eintiefung auf. Die Form der Hinterkappe ist sehr vielgestaltig. Sie ist abhängig von der Gestaltung der vierten Lingualantiklinale, die meist deutlich und

rundlich ausgebildet ist, aber auch spitz und rund sein kann. Die Form der Sb 3 beeinflußt die Ausbildung der Hinterkappe, indem sie eine leichte Eintiefung, oder eine flache, langgezogene Mulde bildet. Außerdem variieren Länge und Breite der Hinterkappe erheblich.

4.3.3.2. M^3-Morphotypen verschiedener Fundstellen

Hunas, G1 unten (Taf.XXI,Fig.1-8)

Bei nur einem geschlossenen Triangel (T2) kann wegen nicht besonders tiefem Einschneiden von Sb 2 und Sl 3 die Verbindung zwischen T3, T4 und der Hinterkappe breit konfluent sein (Taf.XXI,Fig.1). Durch zunehmende Postvergenz der Sl 3 kann es andererseits zur Einengung der Verbindung von T4 mit der Hinterkappe kommen (Taf.XXI, Fig.2).
Die Trennung von T3 und T4 wird durch stark ausgeprägte Postvergenz der Sl 3 vollzogen, mit der auch eine zunehmende Eintiefung verbunden ist. (Taf.XXI,Fig.4).
Die abgebildeten M^3 aus Hunas G1 unten zeigen deutlich einen allmählichen Übergang von einem geschlossenen Dentindreieck über die Abtrennung von zwei Dentindreiecken bis zur Schließung eines dritten Triangels, welches allerdings nie sehr groß ist.
Damit ist eine große Formenvielfalt aus diesem Niveau von Hunas vorhanden. Sb 3 ist in allen Fällen ziemlich gleichförmig, Sl 4 ist hier entweder gar nicht angelegt, oder sie wird nur schwach angedeutet.

Hunas, G1 mitte bis unten (m-u) (Taf.XXI,Fig.9-11)

Auch aus diesem Bereich sind die M^3 unterschiedlich gestaltet. Sowohl "offene" Formen -mit Dentinübergängen zwischen T3 und T4-, wie auch Varianten mit fast vollständig geschlossenen Triangeln können vorkommen. Wieder wird der Zusammenhang zwischen Synklinaleintiefung und Trennung der Triangel deutlich.

Hunas, K (Taf.XXI,Fig.12)

Ein einziges Exemplar aus diesem Schichtbereich zeigt drei deutlich

getrennte Triangel mit einer unkompliziert gebauten Hinterkappe, die nicht sehr lang gestreckt ist und keine Andeutung einer Sl 4 aufweist.

Hunas insgesamt

Wenn auch T4 nicht immer vollständig von der Hinterkappe getrennt ist, so ist durch Postvergenz der Sl 3, die in den meisten Fällen das Niveau der Sl 2 erreicht, die Ausbildung eines dritten Dentindreiecks meist deutlich vorhanden. Die Hinterkappe ist nicht stark gelängt.

Zoolithenhöhle (Taf.XXII,Fig.1-5)

Ein drittes Dentindreieck ist immer ausgebildet; auch hier muß es allerdings nicht vollständig getrennt sein. Die Hinterkappe ist einfach und bildet mit Al 4 ein Oval. In einem Fall (Taf.XXII, Fig.5) ist durch die weite und postvergente Ausbildung der Sl 3, sowie durch leichte Eintiefung der Sl 4 die Form der Al 4 schmal, die Hinterkappe dabei lang gestreckt.

Weinberghöhle (Taf.XXII,Fig.6-11)

Metrisch liegen diese Zähne deutlich über dem Mittelwert auch des rezenten Materials von A.terrestris. Sie zeigen dabei stark postvergente und tief einschneidende Lingualsynklinalen. Ein drittes Triangel (T4) ist meist von der Hinterkappe getrennt, oder nur durch einen schmalen Dentinsteg mit ihr verbunden. Die Zähne (vgl. M_1) und der sie umgebende Schmelz sind kräftig ausgebildet. Eine vierte Lingualsynklinale kann flach eingetieft sein. Sb 2 ist postvergent.

Fuchsenloch (Taf.XXII,Fig.8)

Aus dem Fuchsenloch ist nur ein einziger M^3 erhalten. Sl 2 und Sl 3, sowie Sb 2 sind deutlich postvergent. T4 ist zur Hälfte von der länglichen Hinterkappe getrennt, eine Sl 4 ist flach vorhanden.

Gundersheim (Taf.XXII,Fig.9-11)

Die drei Exemplare aus Gundersheim zeigen eine beginnende bis fast

vollständige Trennung des T 4 von der Hinterkappe. Die Synklinalen Sl 2 und Sl 3 sind in zwei Fällen (Taf.XXII, Fig.10,11) postvergent; ein Exemplar (Taf.XXII, Fig.9) zeigt dagegen eine noch deutlich einfache und vergleichsweise kurze Ausbildung der Sl 3. Buccal ist in allen Fällen Sb 1 leicht postvergent. Die Hinterkappe ist länglich oval. Sl 4 kann angedeutet sein.

Arvicola terrestris, rezent (Taf.XXIII,XXIV)

Eine große Variabilität der Kaufläche des M^3 zeigt das rezente Vergleichsmaterial. Juvenile Formen (Taf.XXIII, Fig.1,2) weisen offene Synklinalen auf, die Dentindreiecke sind dabei alle miteinander verbunden, sowie auch mit dem Vorder- und Hinterlobus. Weiter kommen sowohl Formen vor, die nur zwei gut ausgebildete Dentindreiecke nach dem Vorderlobus zeigen und eine davon getrennte Hinterkappe, als auch solche mit drei deutlich getrennten Dentindreiecken, an welche die Hinterkappe anschließt. Dazwischen liegen alle möglichen Übergänge und Ausbildungen der Triangel, hervorgerufen durch die große Variabilität der Synklinalformen und -tiefen.
Werden nur zwei Dentindreiecke deutlich von den anderen Komplexen getrennt, so ist die Ausbildung der Sl 3 weder besonders tief, noch deutlich postvergent. Die buccalen Synklinalen sind dann auch in den meisten Fällen nur angedeutet postvergent und weit (Ausnahme Taf.XXIII, Fig.10).
Durch zunehmende Vertiefung der Sl 3 und stärkeres Hervortreten der Ab 3, die durch etwas tiefere Sb 3 markanter erscheint, kann es zur allmählichen Abschnürung eines weiteren Dreiecks kommen. Dies ist die in morphologischem Sinn dominante Gruppe unserer rezenten A.terrestris; es sind also Typen, die 2 1/2 geschlossene Dentindreiecke zeigen. Der Grad der Eintiefung von Sl 3 entspricht dann dem der Sl 2. T 4 ist noch mit der Hinterkappe durch einen mehr oder minder schmalen Dentinsteg verbunden. Die Hinterkappe bleibt einfach in ihrer Gestaltung, eine Vertiefung oder die Anlage einer Sl 4 überhaupt ist dabei nicht zwangsläufig.
Im Gegensatz zu der Beobachtung AGADJANIANS (1983) kommen hier innerhalb des Rezentmaterials vorwiegend Formen des "komplizierteren Morphotyps" vor (AGADJANIAN 1983, S.20).

Arvicola sapidus rezent (Taf.XXV)

Größenmäßig übertreffen die M^3 von A.sapidus rezent die bisher erwähnten fossilen und rezenten Exemplare dieser Gattung deutlich. Auch hier können unterschiedliche Morphotypen beobachtet werden, die sich in erster Linie durch Ausformungen der Synklinalen sowie der Antiklinalen beschreiben lassen.
Alle haben zwei oder drei geschlossene Triangel. Mit zwei Ausnahmen (Taf.XXV,Fig.8,10) ist bei A.sapidus immer eine Sl 4 -wenn auch seicht- ausgebildet, wodurch Al 4 als Spitze hervortritt. Die Hinterkappe ist gegenüber A.terrestris deutlich länger und verläuft mehr oder weniger in Längsrichtung des Zahnes; im Distalbereich wird sie oft schmaler. Ist T4 dabei noch in deutlicher Verbindung mit der Hinterkappe, so entsteht ein als "birnenförmig" zu bezeichnender Umriß. Der Schmelz umgibt die Hinterkappe beinahe vollständig, nur ein kleiner endständiger Bereich (distal) bleibt schmelzfrei.
Die Sl 3 geht in ihrer Ausbildung kaum über die Tiefe und den Postvergenzgrad der Sl 2 hinaus, sie bleibt sogar eher hinter dieser zurück.

4.3.3.3. Vergleich der M^3-Formen

Die Variabilität der dritten oberen Molaren kommt besonders deutlich bei dem hier untersuchten rezenten Material zum Ausdruck, das auch im Vergleich zu den fossilen Funden reichlicher belegt ist. Daß die fossilen M^3 zu dem terrestris-Formenkreis gestellt werden dürfen, ergibt sich allerdings deutlich durch die Gestaltung dieser Zähne, die durch Anordnung und Ausformung ihrer Syn- und Antiklinalen, sowie durch die Form der Hinterkappe den rezenten A.terrestris-Funden entsprechen, welche wiederum von den A.sapidus-Formen unterscheidbar sind.
NADACHOWSKI (1982) stellte innerhalb des von ihm untersuchten Rezentmaterials nur für die Unterarten A.t.exitus eine größere Anzahl mit "komplizierterem" Muster fest; A.t.terrestris soll dagegen häufiger ein entsprechend einfacheres Muster aufweisen.
Dabei stehen bei NADACHOWSKIS Untersuchungen wieder Antiklinalbeschreibungen im Vordergrund seiner Bearbeitung (vgl. M_1).

Hier hingegen werden wieder vorrangig die Synklinalformen bewertet, die durch starkes Einschneiden Dentindreiecke abtrennen können. Daß dabei Synklinalbildungen und Antiklinalbildungen im Zusammenhang gesehen werden müssen ist unbestritten, wobei aufgrund dieser Untersuchungen eine vorrangige Abhängigkeit der Antiklinalen von den Synklinalen angenommen wird.
Die bei NADACHOWSKI (1982) gezeigte Formenvielfalt ist dennoch mit der bei uns auftretenden Variabilität zu vergleichen. Anhand der bei NADACHOWSKI dargestellten Abbildungen kann bei den dort aufgestellten Formen A über B, C, D, E bis F ebenfalls eine zunehmende Eintiefung der Sl 3 beobachtet werden, wodurch T4 abgeschnürt werden kann.

Da insbesondere das hier vorliegende fossile Material durch nur wenige Exemplare belegt ist, soll eine quantitative Formenanalyse nicht vorgenommen werden. Die fossilen M^3 zeigen aber dennoch, daß sie wie im rezenten Bereich ebenfalls "einfache" sowie "komplizierte" Zahnmuster ausbilden können.
Als einfach sollen die Formen gelten, welche insbesondere im hinteren Zahnabschnitt offene Synklinalen bilden und dementsprechend nur ein bis zwei geschlossene Triangel besitzen. Unter komplizierterem Zahnmuster sollen Varianten verstanden werden, die durch tiefgreifende Synklinalen (Sl 3 und Sb 2) eine Trennung von zwei bis drei Dentindreiecken verursachen und bei denen gleichzeitig die Schneidekanten durch diese Synklinaleintiefungen verlängert sind.
In diesem Zusammenhang muß festgehalten werden, daß die M^3 von A. sapidus rezent sich insbesondere durch die Anlage einer Sl 4 auszeichnen. Diese beginnende Verlängerung der Schneidekanten kann als Ausdruck der Höherentwicklung von A.sapidus im Vergleich zu A.terrestris gewertet werden, die dieses Merkmal nicht aufweist. Damit zeigen aber M_1 und M^3 von A.sapidus rezent gegenläufige Tendenz (vgl. Zahnmorphologie des M_1).

4.4. Zahnschmelz

4.4.1. Schmelzbanddicke

Mit Hilfe des Schmelzbanddifferenzierungsquotienten SDQ (s.o.) läßt sich laut HEINRICH (1978,1982) metrisch feststellen, ob ursprüngliche oder moderne Differenzierung des Zahnschmelzes vorliegt, bzw. ob beide Formen innerhalb einer "Population" vorhanden sind. Liegt eine genügende Anzahl von Molaren vor, ist eine zeitliche Einstufung möglich, da ja (s.o.) A.cantiana mit pachyknemem Schmelz von A.terrestris mit pityknemem Schmelzmuster im Übergang Eem/Weichsel abgelöst wird.

Ergebnisse von hier vermessenen Exemplaren wurden in Tab. 3 zusammengestellt, wobei für die einzelnen Fundstellen die jeweilige Anzahl (n) der gemessenen Molaren angegeben ist. Liegt nun der Wert für SDQ unter 100 (entspricht Typ B bei v.KOENIGSWALD 1980), ist das Schmelzmuster pityknem; wenn SDQ einen Wert über 100 zeigt, liegt dagegen pachyknemes Muster vor (Typ A nach v.KOENIGSWALD 1980).
Außer diesen beiden Varianten wurde hier eine dritte Möglichkeit auch in metrischer Hinsicht festgestellt, welche eine weitere Differenzierung aufweist: vorderes und hinteres Schmelzband zeigen gleiche Stärke bzw. Dicke. Metrisch liegt in diesen Fällen der SDQ bei 100, bei RABEDER (1981) wird diese Ausbildung als mesoknem bezeichnet.
Grundsätzlich wird ja (s.o.) die Artentrennung bei Arvicola nach neuen Untersuchungen anhand der Schmelzdifferenzierung vorgenommen, wonach sich die Arten A.cantiana und A.terrestris unterscheiden lassen. Zwischen diesen beiden Arten tritt eine vermittelnde oder Übergangsform auf, die als A.cantiana-terrestris-Übergangsgruppe bezeichnet wird.
Durch die Verteilung der A- und B-Typen (s.o.) läßt sich, wie bereits erwähnt, eine grobe zeitliche Datierung der "Populationen" vornehmen. Da die verschiedenen Fundstellen (siehe Tab.4) durch unterschiedliche Materialmengen belegt sind, kann in einigen Fällen eine zeitliche Datierung nur unter großem Vorbehalt getroffen werden. Trotzdem lassen die Einzelfunde aus dem Schafstall, sowie aus der Göpfelsteinhöhle eventuell ältere Einflüsse vermuten.

Deutlich wird aber bereits hier, daß die Funde aus Hunas insgesamt einen Zeitbereich widerspiegeln, in dem sowohl ursprüngliche, als auch moderne Elemente beinhaltet sind. Diese Beobachtung wurde zum Anlaß genommen, die einzelnen Schichtglieder dieser Fundstelle soweit wie möglich getrennt zu untersuchen. Dies war aus Materialgründen nur im Bereich der G-Schichten (vgl. HELLER 1966,1983) möglich und dort nur bei G2 allgemein, G2 mitte, G2 oben, G1 unten, G1 mitte und G1 oben.

Die Zusammenstellung (Abb.34) der prozentualen Anteile mit pityknemer, mesoknemer und pachyknemer Differenzierung zeigen dabei in jedem überprüften Fall eindeutige Übermacht der ursprünglichen Differenzierung und damit das Vorhandensein von A.cantiana. Demgegenüber steht der geringe Anteil von modernem Schmelz, der hier ohne Ausnahme seltener auftritt als mesokneme Schmelzdifferenzierung.

Abb.34 läßt erkennen, in welchem Maße sich in Hunas innerhalb des untersuchten Schichtkomplexes Veränderungen der Schmelzbanddicke vollzogen haben: gegen alle Erwartungen ist hier keine Abnahme der pachyknemen Ausbildung bei gleichzeitiger Zunahme meso- oder pityknemer Schmelzanordnung abzulesen, ebensowenig eine mögliche Stagnation oder Konstanz der Formverteilung, wie sie ja theoretisch durch die Untersuchungen HEINRICHS postuliert werden könnte. Die Auswertung des Materials aus G2 mitte, über G2 oben, G1 unten, G1 mitte bis G1 oben zeigt vielmehr eine Zunahme von A.cantiana, die innerhalb der hier überprüften Funde deutlich dominant ist und bleibt.

Die als A.cantiana-terrestris-Übergang bezeichnete Form tritt mit abnehmender Häufigkeit von G2 mitte bis G1 oben auf und ist somit gegenläufig zu A.cantiana. Pitykneme Schmelzverteilung ist insgesamt und auch im Vergleich zu den beiden anderen Formen mit nur geringer Häufigkeit vertreten; nach einer Abnahme von G2 mitte nach G2 oben ist A.terrestris in G1 unten wieder häufiger vorhanden, um dann von G1 unten über G1 mitte nach G1 oben erneut abzunehmen.

Laut HEINRICH (1982) ist eine Gruppe mit dem Wert SDQ = 100 nur theoretisch denkbar und schlägt aus diesem Grunde vor, diejenigen M_1 mit SDQ = 100 entweder in die Formengruppe mit pachyknemem

Schmelz, oder in die mit pityknemem Schmelz zu integrieren. Hier jedoch wurden diejenigen M_1, bei denen vordere und hintere Schmelzbandbreiten gleich dick waren (rein rechnerisch ergab sich dabei der Wert 100) als "eigene" Gruppe aufgeführt. Es besteht noch keine Übereinkunft darüber, welcher der beiden anderen Gruppen Formen mit diesem Wert eventuell zugeordnet werden sollen. In diesem Zusammenhang sei auch erwähnt, daß auch bei dem Versuch, durch wiederholte Messungen den Fehler möglichst klein zu halten, Meßfehler -insbesondere an unbehandelter, d.h. nicht angeschliffener Kaufläche- nicht vermieden werden können.
Grundsätzlich soll weiter bemerkt werden, daß, falls eine Gruppe mit annähernd gleich dicken Schmelzbelägen (sowohl luv- als auch leeseitig) nicht von den übrigen Differenzierungen unterschieden werden soll, sich die Ausweisung einer sog. Übergangsform cantiana-terrestris erübrigen würde. Diese Übergangsform wäre somit eine rein theoretische Variante.
In Bezug auf die einzelnen Schichtglieder aus Hunas (Abb.34) könnten in Anlehnung an HEINRICH (1982) die Exemplare, deren vordere und hintere Schmelzwände rechnerisch als SDQ den Wert 100 ergeben, wegen Unsicherheit über die Zuordnung dieser Variante bei einer Interpretation zunächst eliminiert werden; damit wäre nun ein Vergleich nur der beiden anderen Gruppen mit ursprünglichem und mit modernem Schmelz anzuschließen. Bei einer derartigen Gegenüberstellung zeigt sich über alle Niveaus die eindeutige Dominanz von A.cantiana und dies mit zunehmender Tendenz. Die terrestris-Form ist demgegenüber selten und mit schwankenden Anteilen vorhanden. Würden nun die Anteile der Übergangsform mit SDQ = 100 in die cantiana-Gruppe einbezogen, wäre die Dominanz der ursprünglichen Schmelzdifferenzierung noch erheblicher; umgekehrt könnten die mit gleichdickem Luv- und Leeschmelz ausgestatteten Molaren bei der terrestris-Gruppe anteilsmäßig mit verrechnet werden, wodurch der Unterschied der beiden dann entstehenden Gruppen in G2 einigermaßen nivelliert würde. Eine tendenzmäßige Zunahme von A.cantiana innerhalb G1 bliebe allerdings auch weiterhin erhalten, während der Anteil von A.terrestris abnähme.

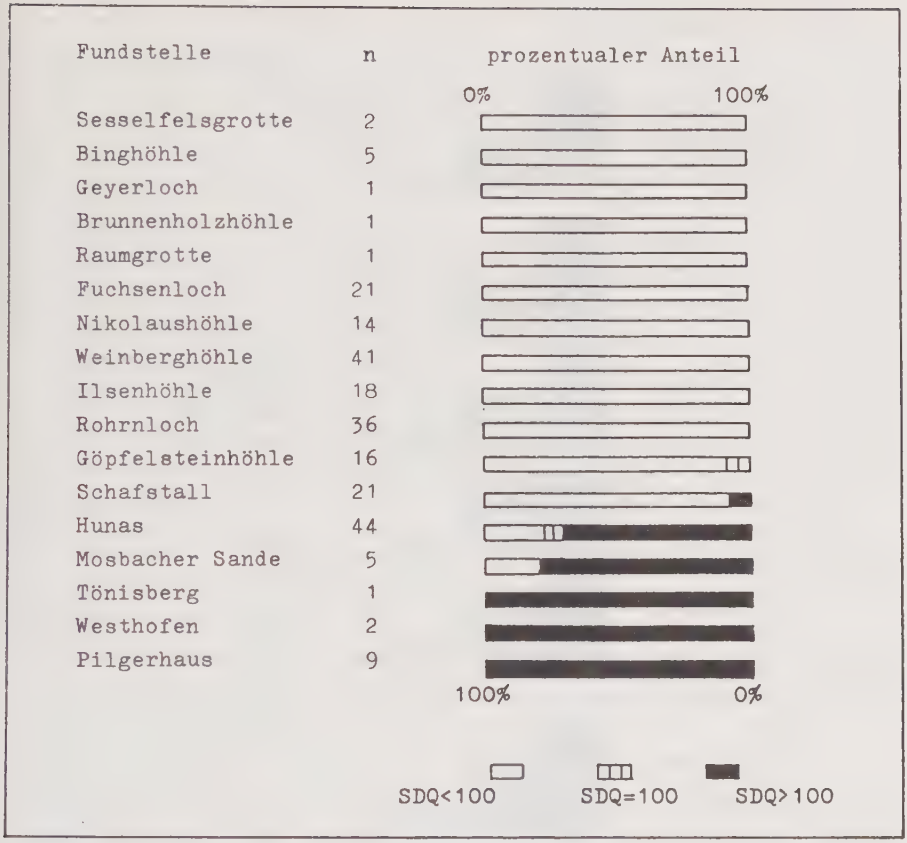
Die hier vorgelegte Unterteilung in drei Gruppen soll nicht etwa zum Ausdruck bringen, daß hier höhere metrische Genauigkeit vor-

liegt. Der Wert 100 des SDQ kann jedoch meines Erachtens nicht negiert werden, da er als Mittelwert der lingualen und buccalen Luvschmelze sowie der lingualen und buccalen Leeschmelze auf rechnerischem Wege zustande kam. Da Meßfehler, wie bereits erwähnt, nie ausgeschlossen, bzw. vermieden werden können, beinhaltet jede Gruppe automatisch Streuwerte.

Durch die Darstellungen bei HEINRICH (1978,1982), die in den Graphiken den SDQ nicht nur größer oder kleiner 100 ausweisen, sondern auch Absolutwerte beinhalten, wird ein Ineinanderübergehen der einen Formengruppe in die andere erkennbar. Es wird also eine Formenumwandlung bei Arvicola ableitbar, die bei einem Auseinanderhalten nur zweier Gruppen nicht ausgedrückt werden könnte ohne die "Mischform" A/B (SDQ = 100); Exemplare mit "gleichdicken" Schmelzbelägen sind auch bei AGADJANIAN (1983) vorhanden, seinen Darstellungen ist zu entnehmen, daß auch bei von ihm untersuchten Funden der SDQ-Wert 100 betragen kann.

Wie auch immer methodisch vorgegangen wird, ist in Hunas erkennbar, daß entgegen den allgemeinen Beobachtungen hier vom Liegenden zum Hangenden -d.h. zu den jüngeren Einheiten- eine Zunahme der ursprünglicheren Varianten zu verzeichnen ist. Es soll in diesem Zusammenhang allerdings darauf hingewiesen werden, daß die Zeitdifferenz zwischen G2 mitte und G1 oben nicht bekannt ist.
Die in ihren Anteilen schwankenden "Gruppen" werden daher hier als Ausdruck großer Variabilität gewertet.
Die hohen Anteile mit ursprünglichem Schmelz weisen aber eindeutig darauf hin, daß in Hunas eine phylogenetisch ältere Arvicola vorliegt als in den verglichenen jungpleistozänen Fundstellen (Fuchsenloch, Weinberghöhle etc.).

Da sich die Schmelzbänder aus strukturell verschiedenen Einheiten aufbauen, wurden diese ebenfalls untersucht (siehe folgendes Kapitel).



Tab. 4: Verteilung der Schmelztypen bei verschiedenen Fundstellen

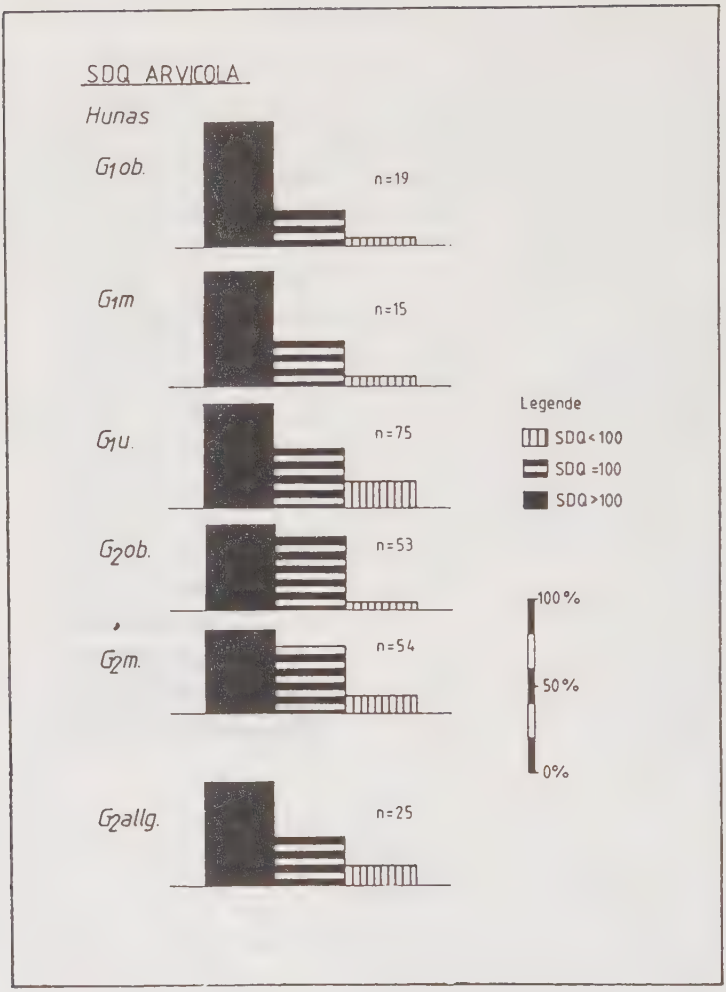


Abb. 34: Schmelzbanddifferenzierung (M_1), Hunas

4.4.2. Schmelzstruktur

Durch Detailuntersuchungen der Schmelzstrukturen von Arvicoliden wird deutlich, daß die Dicke des Schmelzbandes auch in Abhängigkeit der jeweiligen Schmelztypen gesehen werden muß (siehe v.KOENIGSWALD 1980).
Anhand der Schmelzuntersuchungen kann auf die relative Entwicklungshöhe der Tiere geschlossen werden und bietet somit Hinweise auf die Phylogenie; andererseits lassen sich biomechanische Prinzipien mit Hilfe der Schmelzstrukturen erläutern.
So konnte v.KOENIGSWALD (1980) die Abhängigkeit des Schmelzmusters von der Kronenhöhe aufzeigen, bzw. den Aufbau des Schmelzmusters bei Arvicola darauf zurückführen, daß im Gegensatz zu Mimomys keine Wurzeln mehr gebildet werden und durch das Dauerwachstum der Zähne ein anderes Schmelzmuster funktionell günstiger wurde.

Das Schmelzband wird bei Arvicola aus folgenden Schmelztypen aufgebaut (siehe v.KOENIGSWALD 1980):

radialer Schmelz (RS):
Grundform, aus der die übrigen Schmelztypen abgeleitet werden können; die Prismen liegen parallel zueinander und steigen gegen die Kaufläche an.

tangentialer Schmelz (TS):
Prismen liegen sowohl parallel zueinander, als auch zur Kaufläche.

Lamellenschmelz (LS):
aus uniserialen Hunter-Schreger-Bändern, die Prismen kreuzen sich ungefähr rechtwinklig und liegen parallel zur Kaufläche.

Neben den Schmelzprismen (aus Apatitkristallen) tritt außerdem eine interprismatische Substanz auf (v.KOENIGSWALD 1980), welche zwischen den Prismen raumfüllend eingelagert ist.

Zur Untersuchung der Schmelzstruktur kann die rasterelektronenmikroskopische Methode nach v.KOENIGSWALD (1980) oder die lichtmikroskopische Dünnschliff-Methode nach RABEDER & SATTLER (1984) angewandt werden. Bei beiden Verfahren werden die Kauflächen der Molaren behandelt und liefern damit wesentlich günstigere Voraussetzungen für exakte Messungen speziell dann, wenn im Grenzbereich cantiana-terrestris gearbeitet wird.

Für die vorliegende Untersuchung dienten Dünnschliffe zur Analyse der Strukturen.
Es wurden Molaren aus Hunas, aus der Weinberghöhle und aus dem Fuchsenloch untersucht und mit Molaren von A.cantiana aus Hundsheim verglichen. Aufgrund der Schmelzstrukturanalyse kann für die Molaren (M_1) aus den verschiedenen Fundstellen folgendes festgestellt werden (es wurden in erster Linie das erste Dentindreieck T1 des M_1 zur Untersuchung herangezogen um direkte Vergleichsmöglichkeiten zu erhalten):

Arvicola cantiana, Hundsheim (Abb.35)

Sowohl luvseitiger, als auch leeseitiger Schmelz sind kräftig entwickelt. Insgesamt ist der Leeschmelz dicker als der Luvschmelz (luv/lee = 1/1.5), d.h. pachyknem. Das mesiale Schmelzband (luvseitig) wird von radialem und von Lamellenschmelz gebildet, beide Schmelztypen sind hier annähernd gleich dick.
Distal (leeseitig) besteht das Schmelzband aus radialem und tangentialem Schmelz, wobei der tangentiale Schmelz dicker ist als der radiale (RS/TS = 1/1.4).
Der Lamellenschmelz reicht über den gesamten konkaven Abschnitt des Dentindreiecks bis zur Antiklinalspitze, ein Übergreifen bis auf die Leeseite wurde nicht beobachtet.
Tangentialschmelz erstreckt sich über beinahe den gesamten konvexen Abschnitt des Dentindreiecks, er dünnt zur Synklinale hin aus.

Arvicola "cantiana-terrestris-Übergang", Hunas (Abb.35)

Im Unterschied zu A.cantiana sind Luv- und Leeschmelz hier gleich dick (luv/lee = 1/1), d.h.mesoknem. Auf der konkaven Seite zeigt sich wie bei A.cantiana gleiche Dicke von radialem und Lamellenschmelz; auch das Verhältnis von radialem und tangentialem Schmelz ist 1/1. Im Gegensatz zu A.cantiana ist das leeseitige Schmelzband durch Reduktion des Tangentialschmelzes bei Arvicola aus Hunas schmaler.
Lamellenschmelz reicht in seiner lateralen Ausdehnung schon etwas weiter als bei A.cantiana, d.h. LS erstreckt sich bis zum Scheitelpunkt der Antiklinale. Auf konvexer Seite kann der Tangential-

schmelz in Richtung zur Antiklinale dadurch etwas verkürzt sein (LS und TS überlappen sich nie).
Die Dentindreicke sind etwas flacher als bei A.cantiana.

Arvicola terrestris, Weinberghöhle (Abb.35)

Der leeseitige Schmelz ist im Vergleich zum Luvschmelz deutlich dünner (luv/lee = 1/0.7), das Schmelzmuster ist somit pityknem. Der Schmelz der konkaven Seite wird aus gleich dickem Radial- und Lamellenschmelz gebildet, im konvexen Abschnitt ist der tangentiale Schmelz merklich dünner als der radiale (RS/TS = 1/0.75). Lamellenschmelz kann weit um die Antiklinale herumreichen, die laterale Ausdehnung des Tangentielschmelzes wird dann deutlich eingeschränkt.
Die Formen der Triangel sind im Vergleich zu den Funden aus Hundsheim und aus Hunas flacher.

Arvicola terrestris, Fuchsenloch D (Abb.35)

Wie bei den Molaren aus der Weinberghöhle, ist auch in diesem Fall leeseitiger Schmelz deutlich dünner als luvseitiger. Das Verhältnis von Luv- zu Leeschmelz ist 1/0.7 (vgl. Weinberghöhle). Im konvexen Abschnitt verhalten sich RS zu TS wie 1 zu 0.56, der Tangentialschmelz ist demnach hier noch deutlicher reduziert. Auch im vorliegenden Fall reicht der Lamellenschmelz von der konkaven Seite aus weit um die Antiklinalspitze bis in den leeseitigen Bereich hinein. Die Spitze des Dentindreiecks zeigt eine kleine Einbuchtung auf der Leeseite in dem Bereich, in welchem Lamellenschmelz am Schmelzaufbau beteiligt ist. Konvex ist der Abschnitt nur, wenn Tangentialschmelz eingebaut ist (vgl. Weinberghöhle).

Anhand des untersuchten Materials läßt sich deutlich nachvollziehen, daß eine Reduzierung des Leeschmelzes von den Funden aus Hundsheim ausgehend über Hunas bis zur Weinberghöhle und zum Fuchsenloch. Das Verhältnis von Luv- zu Leeschmelz kehrte sich im Laufe der Entwicklung allmählich um; verbunden damit ist eine Leistungssteigerung beim Kauen (siehe v.KOENIGSWALD 1980). Diese Umkehr der Schmelzbanddicke durchlief ein Stadium, während welchem

beide Schmelzlagen gleich dick waren. Dieser Entwicklungsschritt ist bei dem Material aus Hunas zu beobachten. Dazu ist noch deutlich hervorzuheben, daß nicht nur Luv- und Leeschmelz gleich dick ausgebildet sind, sondern sowohl auf der konkaven, wie auch auf der konvexen Seite radialer Schmelz die Hälfte des Schmelzbandes aufbaut. Das Verhältnis von RS/TS konvex entspricht dem Verhältnis von RS/LS konkav und ist jeweils 1/1.
Die Arvicola aus Hunas ist aus diesen Gründen als A.cantiana-terrestris-Übergangsform aufzufassen. Sie repräsentiert anhand ihrer Schmelzstruktur somit den allmählichen Übergang von einer ursprünglichen Form (A.cantiana) in eine moderne Form (A.terrestris), indem sie eine vermittelnde Stellung einnimmt.
Aus nomenklatorischen Erwägungen und wegen ihrer stratigraphischen Bedeutung soll diese Form als A.hunasensis n.sp. (s.u.) beschrieben werden.

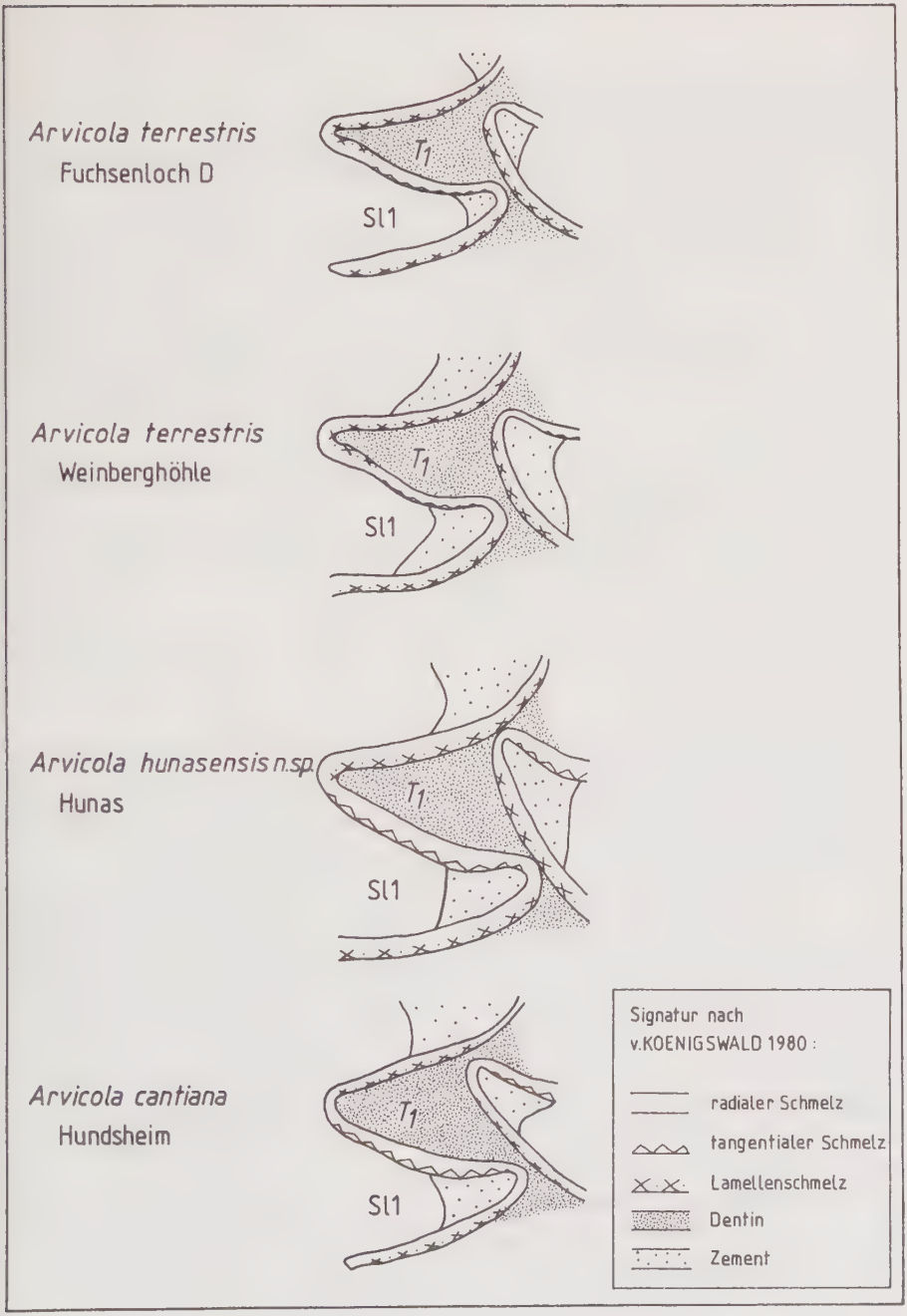


Abb. 35: Schmelzmuster bei Arvicola

4.5. Résumé zur Gattung Arvicola

Zusammenfassend kann bei dem untersuchten Material der Gattung Arvicola folgendes festgestellt werden:

a) Die Schmelzbeläge kommen bei dem fossilen Material in unterschiedlicher Differenzierung vor:

- Leeschmelz kann kräftiger sein als Luvschmelz (pachyknemes Muster
- Luv- und Leeschmelz können sich entsprechen (mesoknemes Muster),
- Luvschmelz kann dicker sein als Leeschmelz (pityknemes Muster).

Damit lassen sich drei Typen bei Arvicola unterscheiden:

- A.cantiana mit pachyknemer Differenzierung (entspricht A.mosbachensis bei AGADJANIAN 1983),
- A.cantiana-terrestris-Übergangsgruppe mit luv- und leeseitig gleich dick ausgebildetem Schmelz,
- A.terrestris mit pityknemem Schmelzmuster.

Die Schmelzausbildung gilt als Zeit- und damit auch als Evolutionsindikator, d.h. über A.cantiana und A.cantiana-terrestris entwickelte sich die moderne (auch rezente) terrestris-Form.
Diese Entwicklung ist auch im bearbeiteten Material grundsätzlich nachzuweisen, gilt Hunas doch als Riß- bis Riß/Würm-zeitliche Fundstelle (vgl. GROISS 1983). Im Gegensatz dazu sind die übrigen hier untersuchten fossilen Fundstellen jungquartären Alters.

Trotz dieser Übereinstimmung lassen sich Besonderheiten innerhalb der Schichtenfolge von Hunas feststellen. Keineswegs nehmen dort vom Liegenden zum Hangenden moderne Formen auf Kosten "archaischer" Typen zu, sondern genau das Gegenteil konnte beobachtet werden (dies gilt für die Untersuchung des SDQ nach HEINRICH 1978; vgl. Kap. 4.4.1).
Neben der rein metrischen Schmelzbanduntersuchung zeigt aber die strukturanalytische Bearbeitung (Kap. 4.4.2.), daß bei dem Arvicola Material aus Hunas mesoknemes Schmelzmuster ausgebildet ist.
Wegen der größeren Meßungenauigkeit bei der Ermittlung des SDQ muß den Ergebnissen, die durch die Strukturanalyse erhalten wurden höhere Aussagekraft beigemessen werden.

b) In metrischer Hinsicht (Dimension der Kaufläche, vgl. Kap.4.2.) treten z.T. deutliche Unterschiede zwischen fossilem und rezentem Material einerseits und innerhalb des fossilen und rezenten Materials andererseits auf.

Auch in diesem Fall kann durch die Untersuchungen insbesondere der Längenmaße des M_1 innerhalb des Fossilmaterials eine Zunahme der Molarengröße nachgewiesen werden. Dies geht somit konform mit Beobachtungen, welche durch Größenzunahme von ursprünglich kleineren Arvicola-Formen zu modernen und damit auch größeren Varianten führt. Ein Vergleich mit dem rezenten terrestris-Material zeigt jedoch, daß innerhalb des Formenkreises um Arvicola (fossil) Größenschwankungen auftreten, die weit über die metrischen Variationen des von mir behandelten rezenten Materials hinausgehen. Damit ist eine konstante, lineare Größenzunahme von fossil zu rezent ausgeschlossen. Ebensowenig läßt sich eine Größenzunahme des Anteroconidkomplexes von fossil zu rezent nachweisen (vgl. Kap.4.2.4.), obwohl innerhalb des Fossilmaterials dieser Größenzuwachs beobachtet werden kann (siehe Abb.22).

c) Die nach morphologischen Kriterien vorgenommene Gruppierung der Arvicola-Funde zeigt im Falle der Untersuchungen des M_1 bei den älteren Vertretern insgesamt mehr Varianten (vgl. Kap.4.3.); dies ist insbesondere gültig für die Funde aus Hunas. Vergleichbar mit den Ergebnissen über die Schmelzbanddicke (s.o.) nehmen ursprünglichere Varianten in Hunas zunächst zu.
Es ergeben sich für die verschieden alten Fundstellen neben qualitativen Unterschieden auch quantitative (vgl. Abb.31).
Die oberen M3 sind ebenfalls einer großen Variabilität unterworfen, die auch bei den rezenten Formen erhalten bleibt.
Auch morphologisch lassen sich damit Unterschiede in der Bezahnung zwischen den rezenten Arten A.terrestris und A.sapidus nachweisen.

4.5.1. Interpretationsmöglichkeiten

4.5.1.1. Vergleich mit Rezentbeobachtungen

Nach rezentbiologischen Untersuchungen (vgl. REICHSTEIN 1982) gibt es heute bei der Art A.terrestris sowohl große Vertreter, die als Nominatform A.t.terrestris benannt werden, als auch sehr kleine Formen, A.t.scherman. Zwischen diesen beiden Unterarten treten nun alle möglichen Übergänge auf, die (REICHSTEIN 1982, S.229) "Von Dänemark über die niederländisch-norddeutsche Tieflandbucht und die Mittelgebirgsschwelle bis in die Alpenkette - im Osten auch darüber hinaus - klinhaft verlaufendes Gefälle" zeigen. Ein Zusammenhang zwischen Abnahme der Körpergröße und zunehmender Höhenlage besteht dabei laut REICHSTEIN zweifellos nicht. Nach seinen Angaben treten Schermäuse sowohl als "aquatische" Formen an Ufern auf, als auch als ausschließlich subterran lebende Populationen.
Für A.sapidus, die Westschermaus, wird eine Lebensweise immer im Uferbereich angegeben.
Möglicherweise kann hier ein Zusammenhang zwischen Körpergröße und Lebensweise bestehen. So ist bekanntlich bei großen Tieren die Körperoberfläche relativ zum Volumen kleiner als bei kleinen; eine relative Verringerung der Körperoberfläche ist wiederum vorteilhaft als Schutz gegen Auskühlung, z.B. in kälteren Gebieten, aber auch im Wasser. Eine vorwiegend "aquatisch" lebende Schermaus sollte demnach größer als eine grabende sein. Größenzunahme wäre aber ebenfalls bei niedrigen Temperaturen zu erwarten.
Da nun z.B. im norddeutschen Flachland für die Schermaus zugängliche Biotope in Wassernähe sicher häufiger sind als im Gebirge, in dem Wasserläufe für die Schermäuse meist ein zu starkes Gefälle aufweisen, um "aquatisch" zu leben, kann ein Zusammenhang zwischen Biotop bzw. Ökologie und Körpergröße nicht augeschlossen werden. Im mitteldeutschen Raum, der auf seinen Hochflächen weniger freie Wasserflächen bietet, im Gegensatz zu den die Hochflächen trennenden Tälern, sind sowohl trockene, als auch feuchte Standorte vorhanden. Hier fände also die Schermaus beide Biotope auf engem Raum und könnte diese gleichermaßen in Anspruch nehmen. Daß Arvicola auch abwechselnd feuchte und trockene Bereiche bewohnen kann, beschreibt ebenfalls REICHSTEIN (1982).

Sowohl die Fränkische, als auch die Schwäbische Alb stellen in diesem Sinn Regionen dar, in denen diese oben genannten Lebensräume vorhanden sind. Wie in Abb. 1 dargestellt ist, liegen die meisten der untersuchten Fundstellen in diesen Gebieten. Die heutigen geomorphologischen Bedingungen waren dort sicher in ähnlicher Weise auch im Quartär gegeben, das Klima mit Glacialen und Interglacialen aber war von dem heutigen zeitweise sehr verschieden.

Die beobachtete Größenvielfalt, insbesondere die Größe der Funde aus dem Fuchsenloch Schicht D sowie aus der Weinberghöhle kann als Ausdruck einer an kälteres Klima angepaßten Form interpretiert werden. Laut HELLER (1955) finden sich für Schicht D des Fuchsenloches Hinweise auf glacialen Einfluß mit anschließender Erwärmung. Beobachtungen von v.KOENIGSWALD (1974), daß die kaltzeitlichen Funde aus den Weinberghöhlen größer sind als von ihm untersuchtes Vergleichsmaterial aus dem letzten Interglacial von Erkenbrechtsweiler können unsere Folgerungen stützen, wie auch die von STORCH (1971) beschriebene Riesenform, A.antiquus, aus dem letzten Glacial Süddeutschlands.

Wenn auch v.KOENIGSWALD (1974) keine Biotopspezialisierung bei A.terrestris nachweisen kann, so ist doch anhand der Angaben REICHSTEINS (1982) nicht auszuschließen, daß Lebensraum bzw. Lebensmilieu und Körpergröße in Beziehung zueinander stehen. Taxonomische Einheiten sollten davon jedoch nicht abgeleitet werden. Ein Zusammenhang zwischen Größe und Klima bei Arvicola ist demnach nicht unbedingt auszuschließen; ebenso ist ein Zusammenhang zwischen klimatischen Gegebenheiten und den Schmelzbelägen denkbar. Die aus dem Material von Hunas vorliegenden Ergebnisse bzgl. der Schmelzbanddifferenzierung und der Morphotypen des M_1 könnten mit -auch geringen- klimatischen Schwankungen (Abkühlung) in Zusammenhang gebracht werden, in denen "Populationen" mit konservativerer Prägung zunächst resistenter reagieren mußten, als die erst in Entwicklung befindlichen modernen Formen.

Nach Untersuchungen AGADJANIANS (1983) weist A.sapidus einheitlich dicke Schmelzbeläge auf. AGADJANIAN schließt auf eine Absapaltung von A.sapidus während der extremen klimatischen Bedingungen

im Riß 2 Glacial. In ihrem heutigen Verbreitungsgebiet ist sie nach AGADJANIAN als Reliktform erhalten.

Allgemein sind konkrete Rückschlüsse oder Zusammenhänge zwischen Größe, Form, Schmelz und zeitlicher Relation bei der Gattung Arvicola trotz zahlreicher Untersuchungen und umfangreicher Materialbearbeitung noch nicht eindeutig geklärt.
Um zusätzliche Kriterien zur Aussage über die klimatisch-ökologische Situation der jeweiligen Fundstelle zu erhalten, wurden die Untersuchungen nach Möglichkeit auf Material anderer Gattungen ausgedehnt.

Über die durchschnittlichen Längenmaße der übrigen Zahnpositionen bei Arvicola aus hier untersuchten Fundstellen gibt Abb.36 Auskunft.

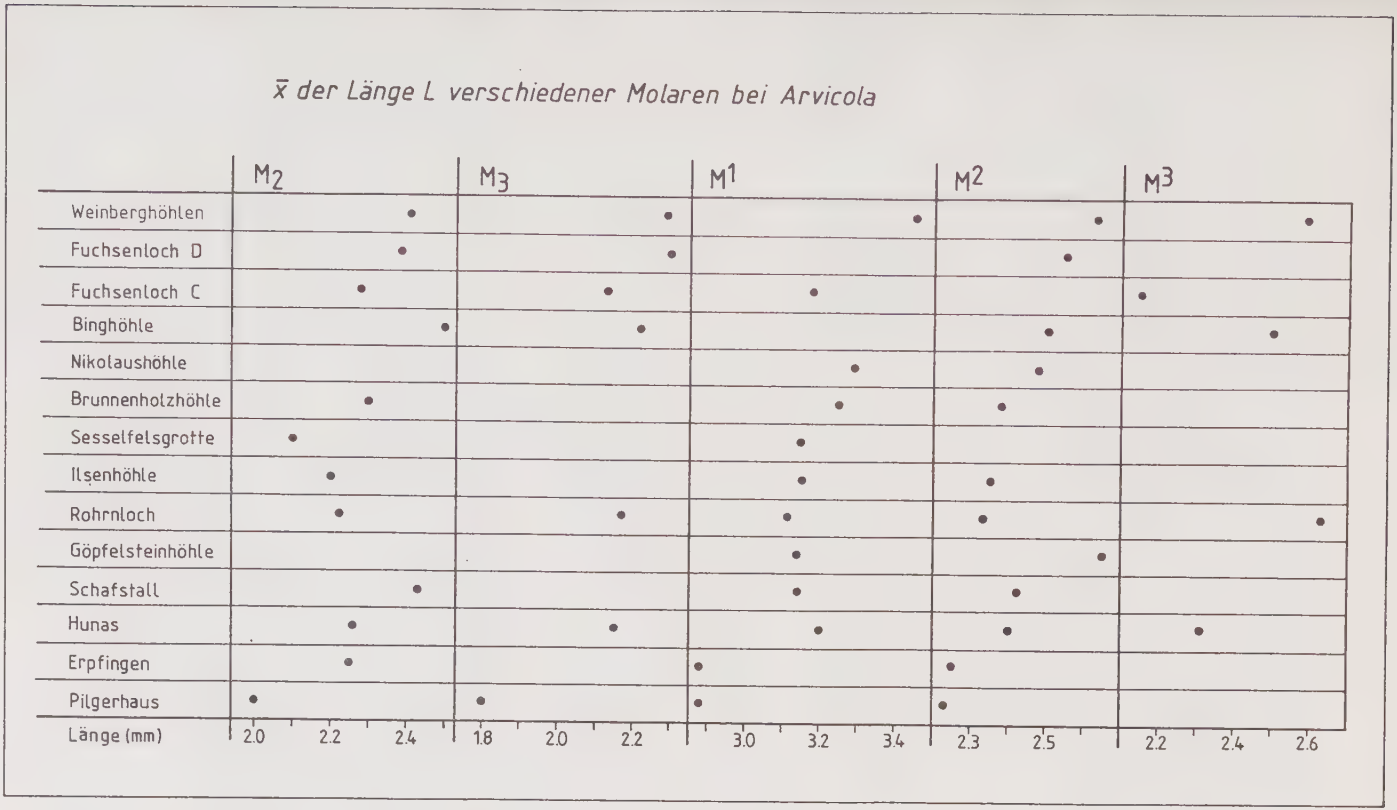

x̄ der Länge L verschiedener Molaren bei Arvicola
M2
M3
M1
M2
M3
Weinberghöhlen
Fuchsenloch D
Fuchsenloch C
Binghöhle
Nikolaushöhle
Brunnenholzhöhle
Sesselfelsgrotte
Ilsenhöhle
Rohrnloch
Göpfelsteinhöhle
Schafstall
Hunas
Erpfingen
Pilgerhaus
Länge (mm)
2.0
2.2
2.4
1.8
2.0
2.2
3.0
3.2
3.4
2.3
2.5
2.2
2.4
2.6

Abb. 36

4.5.2. Taxonomische Konsequenzen

Folgende Evolutionsreihe der Gattung Arvicola kann aufgrund der Ergebnisse formuliert, bzw. bestätigt werden:

Die für das Jungbiharium typische Schermausvorläuferin Mimomys "savini" wird an der Basis des Mittel-Pleistozäns von Arvicola cantiana abgelöst. Im jüngeren Mittelpleistozän zeigt dann Arvicola sowohl Anklänge an A.cantiana, wie auch an A.terrestris. Die moderne (rezente) A.terrestris tritt ab dem Jungpleistozän auf.

Im Detail können nochmals folgende Ergebnisse zusammengefaßt werden:
In metrischer Hinsicht läßt sich eine Größenzunahme von Arvicola aus den Mosbacher Sanden (siehe HELLER 1983) über Arvicola aus Hunas bis zu jungpleistozänem Material (Fuchsenloch, Weinberghöhle, Zoolithenhöhle) und rezenten Fundstellen feststellen; insgesamt ist also älteres Material kleiner als jüngeres.
Die Größenschwankungen in jungpleistozänem Material lassen sich auf klimatische Schwankungen zurückführen (s.o.).
Morphologische Untersuchungen insbesondere an dem M_1 zeigen deutlich, daß im Vergleich mit A.cantiana aus Petersbuch (vgl. v.KOENIGSWALD 1970) und mit A.terrestris aus den bearbeiteten jungpleistozänen Fundstellen Arvicola aus Hunas eine Zwischenstellung einnimmt.
Die Schmelzuntersuchungen zeigen ebenfalls den vermittelnden Charakter des Arvicola-Materials aus Hunas zwischen Funden aus Hundsheim (A.cantiana) einerseits und Funden aus der Weinberghöhle und aus dem Fuchsenloch (A.terrestris) andererseits.
Metrische und morphologische Bearbeitung der Molaren, sowie Analyse der Struktur des Schmelzes geben damit Auskunft über die Entwicklung der Gattung Arvicola. Da in allen drei Punkten das Materia aus Hunas sich von A.cantiana als auch von A.terrestris klar unterscheiden läßt, wird Arvicola aus Hunas hier als A.hunasensis n.sp. beschrieben.

Arvicola hunasensis, n.sp. (Taf. III, Fig. 5)

Derivatio nominis: nach der Fundstelle Hunas, Hartmannshof.

Diagnose: Übergangsform cantiana-terrestris, mit mesoknemem Schmelzmuster, Anteil an primitiven Morphotypen bei M_1 beträgt 10-20 %; Molaren sind durchschnittlich kleiner als bei A.terrestris aus dem Jungpleistozän.

Holotypus: H 29/26, Hunas G1 unten, Abb. Taf.III, Fig.5.

Paratypen: alle hier untersuchten Arvicola-Funde aus Hunas, Schicht G 2 - G 1 oben.

Aufbewahrung: Sammlung des Instituts für Paläontologie, Erlangen.

Locus typicus: Höhlenruine Hunas/Hartmannshof, Landkreis Nürnberger Land, Mittelfranken, Nördliche Frankenalb.

Stratum typicum: Schicht G1 unten, Mittelpleistozän.

Beschreibung: Höher entwickelt als A.cantiana, erkennbar durch Schmelzdifferenzierung und Schmelzstruktur, die als mesoknem (sensu RABEDER) bezeichnet wird.
Die Molaren sind etwas größer als bei A.cantiana, ursprünglichere Morphotypen (intermedius, praeceptor) treten noch auf, sie sind aber nicht mehr so zahlreich vertreten, wie bei A.cantiana. Im Gegensatz zur jungpleistozänen und rezenten A.terrestris ist A.hunasensis n.sp. durch ein niedrigeres Evolutionsniveau gekennzeichnet. Dies wird erkennbar durch noch geringere Zahnlängen bei A.hunasensis n.sp., durch vergleichsweise häufigeres Auftreten ursprünglicher morphologischer Varianten und durch noch nicht modern differenzierten Schmelz.
Die morphologischen und metrischen Ergebnisse kamen durch Bearbeitung zahlreicher Funde aus Hunas zustande, weshalb das gesamte bearbeitete Material der Gattung Arvicola aus Hunas (Schicht G2 bis G1 oben) zu A.hunasensis n.sp. gestellt wird. Detailuntersuchungen s.o.

5. Die Gattung Microtus

5.1. Allgemeine Fragen

Wie gezeigt, lassen sich anhand der aufgeführten Merkmale und Merkmalsänderungen im vorliegenden Material Unterschiede bei der Gattung Arvicola feststellen. Inwieweit diese Änderungen ökologische oder evolutive Ursachen haben, könnte am besten in stratigraphisch gesicherten Bereichen festzustellen sein. Leider fehlen für alle untersuchten Beispiele Absolutdatierungen. Der Tab.1 ist zu entnehmen, daß die Lücke vor allem zwischen den Einheiten aus Hunas und den jüngeren Fundstellen erheblich ist, d.h. daß "nahtlose" Verbindungen nicht erwartet werden können.
Um jedoch weitere Aussagen über Alter, Ökologie etc. zu erzielen, wurde besonders an den reicher belegten "Faunen" der Versuch unternommen, durch weitere Arvicoliden Hinweise zur Klärung der Fragen zu erhalten.
In erster Linie kommen hier die Vertreter der Gattung Microtus in Betracht. Sie sind innerhalb der Fossilfunde meist zahlreicher vertreten als die Gattung Arvicola und können durch z.T. enge Bindung an ein spezielles Milieu, sowie durch evolutive Veränderungen wichtige Anhaltspunkte liefern. Dabei besteht allerdings auch hier durch unterschiedliche Bearbeitungsmethoden und Interpretationen sowohl im rezenten, wie auch im fossilen Bereich ein ähnliches "Arten-Dilemma" wie bei Arvicola.
Der Formenreichtum ist hinsichtlich der Ausbildung der Molaren -auch hier wieder vorzugsweise der M_1 und der M^3- sehr viel größer als bei den Schermäusen. Eine Zuordnung der verschiedenen Morphotypen zu bestimmten Arten läßt sich mit Einschränkungen vornehmen. Andererseits sind Übergänge des einen Morphotyps in einen anderen durch so viele Zwischenformen belegt, daß eine exakte Trennung nicht, oder nur schwer möglich ist. Die Unterscheidung von Morphotypen (siehe RABEDER 1981) ist somit in erster Linie als "künstliche" Trennung zur Bearbeitung zu verstehen, ihre Aussagefähigkeit aber in keinem Fall zu unterschätzen. Durch Rezentmaterial scheint gesichert zu sein, daß jedenfalls die Masse bestimmter Typen mit "Arten" in Verbindung gebracht werden kann. Allgemein läßt sich sagen,daß nicht jeder Morphotyp eindeutig als Repräsentant einer

bestimmten Art anzusehen ist; deutliches Vorherrschen eines Morphotyps jedoch spiegelt mit ziemlicher Sicherheit das Vorherrschen einer Art wieder.
Zur Bearbeitung, hier im Besonderen der Gattung Microtus, eignen sich in erster Linie durch zahlreiche Funde belegte Komplexe, um neben qualitativen auch quantitative Aussagen machen zu können. Aus diesem Grunde und in Hinblick auf einen Vergleich mit Arvicola, wurden Funde aus den Lokalitäten Hunas, Fuchsenloch sowie Zoolithenhöhle zur Bearbeitung herangezogen.

5.2. Methodisches Vorgehen

Es wurden in erster Linie die ersten unteren und die dritten oberen Molaren bearbeitet (vgl. Arvicola). Als Grundlage dienten sowohl metrische, wie auch morphologische Merkmale. Die Molaren wurden vermessen und gezeichnet (siehe Abb.2,3), ein Teil des Materials ist in den Tafeln XXVI-LII abgebildet.
Darstellungen über metrische Ergebnisse und der Verteilung wurden wie bei Arvicola vorgenommen (s.o.).

Zunächst wurden die Längen der M_1 pro Schichteinheit und ohne Berücksichtigung der unterschiedlichen Morphotypen gegeneinander aufgetragen um feststellen zu können, ob sich nach diesem rein metrischen Verfahren unterschiedliche Größeneinheiten zeigen und ob eventuell Größenänderungen in Abhängigkeit von der Zeit bemerkbar werden.
Dabei zeigte sich schnell, daß dieses Vorgehen im Falle Microtus zu keinem mit Arvicola vergleichbaren Ergebnis führt. Es besteht somit die Notwendigkeit nach morphologischen Kriterien vorzugehen, bzw. eine Morphotypenanalyse in den Vordergrund der Bearbeitung zu stellen.
Die metrischen Ergebnisse werden hier also in Zusammenhang mit den morphologischen Untersuchungen dargestellt.

Anhand der unten aufgeführten Merkmale wurden verschiedene Morphotypen unterschieden, Nomenklatur und Vorgehen wurden dabei nach RABEDER (1981) übernommen.
RABEDER konnte zeigen, daß verschiedene "Reihen" (z.B. arvalis-Reihe, gregalis-Reihe etc.) und die ihnen zugrunde liegenden

Morphotypen evolutive Vorgänge wiedergeben können. Die einzelnen Typen sind bei RABEDER (1981) ausführlich beschrieben und dargestellt. Die hier unterschiedenen Formen basieren zunächst auf dieser genannten Bearbeitung. Da unsere Funde jünger sind, wird eine Aufstellung der im vorliegenden Material auftretenden Morphotypen erforderlich.

5.3. Die Kaufläche des M_1

5.3.1. Zahnmorphologie (Morphotypen)

Das vorliegende Zahnmaterial konnte verschiedenen morphologischen Varianten bzw. Morphotypen zugeordnet werden. Dabei können morphologische Formen in bestimmte Gruppen zusammengefaßt werden. Die hier auftretenden Typen sollen im Folgenden kurz charakterisiert werden.

gregalis-Gruppe:

Dazu gehören die Varianten gregaloides (goi) und gregalis (g).

goi: goi kann als Vorläuferform von gregalis selbst angesehen werden. Hier (d.h. bei goi) sind T 4 und T 5 noch konfluent miteinander verbunden, d.h. der "Microtus-Schritt" (siehe RABEDER 1981, S.179) ist noch nicht erfolgt. Andere Ausbildungen der Vorderkappe, wie sie auch bei gregalis vorkommen, d.h. die Verlängerung der Vorderkappe ist hier im Gegensatz zu der Form hintoni bereits erfolgt.
Die Abbildungen (Taf.XXIX/13; Taf.XXXV/13-17) zeigen, daß in diesem Material reine goi-Muster nicht vorhanden sind, sondern als Übergangsformen zu sm (submalei), oder zu g vorliegen. Dies steht möglicherweise in Zusammenhang mit der Evolutionshöhe; goi kommt innerhalb des Materials aus Hunas vor; daß hier vor allem Funde aus G1 oben auftreten, mag mit den bereits festgestellten Besonderheiten (s.o.) in Hunas zusammenhängen.

g: Die Form g zeichnet sich durch bereits erfolgten Microtus-Schritt (s.o.) aus, sowie durch die Ausbildung des Anteroconidkomplexes, der sich als ein zusammenhängendes Feld nach T 5 darstellt, welches einseitig eine deutliche Antiklinale

(Al 5) aufweist. Dabei ist die Sl 4 oft noch nicht provergent; durch Ausbildung einer Sl 5 kann Al 5 nach vorne (mesial) gerichtet sein, insbesondere dann, wenn Sl 5 postvergent angelegt ist (Taf.XXXIX/?). Buccal ist der Anteroconidkomplex entweder flach, oder aber nur durch Andeutung einer Synklinale (Sb 4) eingebuchtet; es entsteht dadurch eine Art Kante im Anschluß an Sb 3. Falls es zur Ausbildung einer Ab 4 kommt, ist diese immer schwächer als Al 5.
Der Morphotyp g tritt hier in allen untersuchten Fundkomplexen auf.
Typische Varianten: Taf.XXIX/1,17,18; Taf.XXXII/23,24; Taf.XXVII/1-3.
Morphologische Übergänge treten als g/goi, g/m, g/ar und g/r auf.

arvalis-Gruppe:

In dieser Gruppe treten hier die Formen arvalidens (ad), arvalis (ar), postarvalis (par) und agrestis (ag) auf.

ad: Diese Form zeichnet sich durch den offenen Übergang zwischen dem 4. und dem 5. Triangel aus, d.h. ein sog. Pitymys-Rhombus ist vorhanden.
Die Synklinalen Sl 4 und Sb 3 trennen diesen Rhombus von der Vorderkappe, die nach ar-Muster gebaut ist (s.u.). Ein zweiter Anteroconidhals kann mehr oder minder deutlich abgeschnürt sein; diese Varianten stellen maskii-Formen im Sinne RABEDERS (1981) dar (s.u.:ar).
Insgesamt ist die Form ad durch nur wenige Exemplare in unserem Material belegt; vergleichsweise häufig kommt sie in den Einheiten von Hunas vor und kann (ähnlich wie goi) mit der Evolutionshöhe in Verbindung gebracht werden.
Beispiele vgl. Taf.XXVII/1,2; Taf.XXX/1,2.
Übergänge durch tiefer werdende Sl 3 (zunehmende Provergenz dieser Synklinale) treten zu ar als ad/ar auf.

ar: Nach fünf geschlossenen Triangeln folgt bei der Form ar eine generell aus einem Feld bestehende Vorderkappe, die durch zwei ungefähr gleichwertige Antiklinalen in lateraler Aus-

dehnung (Ab 4 und Al 5) gekennzeichnet ist, sowie durch die anschließenden Synklinalen Sl 5 und Sb 4, die allerdings in ihrer Ausprägung sehr unterschiedlich gestaltet sein können. Die Vorderkappe ist somit im Gegensatz zu den g-Formen mehr oder weniger symmetrisch gestaltet. Deutliche, d.h. vollständige Abschnürung eines zweiten Anteroconidhalses (Morphotyp C bei NADACHOWSKI 1982) werden als maskii-Formen bezeichnet (siehe auch ANGERMANN 1974); RABEDER (1981) dagegen benennt nur dann maskii, wenn ein zweiter Anteroconidhals bei Konfluenz von T 4 und T 5 auftritt.
Hier soll die Bildung eines zweiten Anteroconidhalses, der durch Zusammentreffen von Sl 5 und Sb 4 hervorgerufen wird, als maskii-Form benannt werden, d.h. die Vorderkappe wird in diesem Fall nach fünf geschlossenen Triangeln aus zwei Feldern gebildet.
Die Kopfform (Mesialende der Vorderkappe) ist abhängig von den rückwärtig gelegenen Synklinalen; sie kann rundlich bis "gerade" geformt sein. Es treten Variationen in Länge und Breite auf.
Typische Vertreter, siehe Taf.XXVII/16,17; Taf.XXX/11,19; Taf. XXXI/3,4; Taf.XXXVII/6,14,17; Taf.XXXIX/16.
Übergänge zu anderen Varianten sind häufig, hier treten Übergangsformen als ad/ar, par/ar, ag/ar, g/ar, n/ar auf.

ag: Durch immer tieferes Einschneiden der Sl 4, die dann über dem Umbiegen der Sb 3 liegt, kann es zur Abschnürung eines nächsten Triangels, dem T 6 kommen. Diese Form wird als ag-Typ bezeichnet. Das nach mesial anschließende Feld wirkt durch die Abtrennung des T 6 manchmal ähnlich asymmetrisch wie die g-Formen.
Auch hier kann es zur Abschnürung eines weiteren Anteroconidhalses kommen (maskii-Form); insgesamt besitzt ein solcher Molar dann 7 geschlossene Dentindreiecke (Taf.XXXIV/23).
Beispiele für ag-Typen: Taf.XXVIII/6-8; Taf.XXXI/17-24; Taf. XLI/23.
Übergangsformen treten als ar/ag, ag/par auf.
ag-Formen können als weiterentwickelte ar-Varianten angesehen werden; wie die Übergangsformen zeigen, tritt ag hier nur in Verbindung mit der ar-Gruppe auf.

par: Die Kopfformen der ar-Morphotypen weisen deutlich viele Gestaltungsmöglichkeiten auf; werden die z.T. auch bei ar angedeuteten Antiklinalen im Bereich des Anteroconidkomplexes stark entwickelt (prominent), können regelrechte Triangel ausgebildet werden, T 7 und T 8. Diese Formen werden als par-Typen bezeichnet.
In diesem Material ist an der Lingualseite eine zusätzliche Antiklinalbildung (Al 6) wesentlich häufiger innerhalb der par-Formen, als an der Buccalseite (Ab 5).
Ab 5 tritt selten bei Fehlen von Al 6 auf.
Formen, bei denen sowohl Al 6 als auch Ab 5 ausgeprägt sind, kommen ebenfalls vor.
Daß die Antiklinalen als Triangel hervortreten, wird durch die mesial anschließenden Synklianeln (Sl 6 und Sb 5) verursacht, die teils deutlich, teils weniger deutlich ausgebildet sein können.
Beispiele: Taf.XXVIII/10-19; Taf.XXXVII/24; Taf.XXXVIII/17; Taf.XL/3-6; Taf.XLI/24.
Übergangsformen treten als ag/par, ar/par, ad/par auf; ähnlich wie bei den ag-Formen können auch par-Varianten als Weiterentwicklung von ar angesehen werden, auch hier treten Übergangsformen nur innerhalb der ar-Gruppe auf.

ar-Gruppe allgemein

Die Kombinationsmöglichkeiten der Merkmale sind äußerst vielfältig. Nicht zwangsläufig werden "Primitivmerkmale" von evolutiv höheren abgelöst. So kann die Ausbildung zusätzlicher Antiklinalen und Synklinalen im Anteroconidkomplex wohl als Weiterentwicklung -in Hinsicht auf zusätzlichen Einbau von Schneidekanten- angesehen werden. Die vorhergehenden Synklinalen (insbesondere Sl 4, aber auch Sl 5 und Sb 4) müssen dabei nicht provergent gebildet sein (vgl. auch Hunas G2 oben, Taf.XXVII).
Dies zeigen auch die Übergangsformen ar/par.
Die par-Typen treten jedoch ebenso in Verbindung mit ag auf, eine "theoretisch logische" Konsequenz.
Es wurde versucht, die Abbildungen der Tafeln nach einzelnen "Entwicklungsstadien" gereiht zu ordnen (z.B. Übergang von offener,

äquilateraler Sl 4 bis zu provergent gebildeter Sl 4). Bei diesem Vorgehen kann aber zumeist nur ein Merkmal in seiner Ausbildung berücksichtigt werden, was eine subjektive Wertung für die weiteren Merkmale bedeutet, die dann u.U. nicht gleichzeitig in "folgerichtiger Reihung" dargestellt werden können.
Die Wertung einzelner Merkmale soll hier zunächst ausbleiben. Ein Vergleich mit älteren Funden (siehe RABEDER 1981) läßt bis zu einem gewissen Grad Primitivmerkmale von evoluierteren Kennzeichen trennen (z.B. Verlängerung von Schneidekanten durch zusätzliche Antiklinalen und Synklinalen, sowie Übergang von äquilateraler zu provergenter Synklinalform).
Innerhalb der ar-Gruppe kommen im untersuchten Material zwischen den oben genannten Morphotypen vermittelnde oder Übergangsformen zwischen allen morphologischen Varianten vor, mit Ausnahme von ad/ag (siehe Abb.42). ad gilt im Gegensatz zu ag als evolutiv niedriger stehende Variante. Möglicherweise liegt darin der Grund für das Fehlen von ad/ag.
Übergangsformen zu Varianten anderer Gruppen kommen als ar/m, ar/g, ar/n vor.

ratticeps-Gruppe

Hier auftretende Formen sind ratticepoides (roi) und ratticeps (r).

roi: roi gilt als Vorläuferform von r (vgl. RABEDER 1981). Im vorliegenden Material ist roi als "Reinform" nicht vorhanden, im einzig vorhandenen Exemplar aber als Übergang roi/r (Taf.XXVI/1). Bezeichnenderweise stammt dieser Molar aus Hunas, G2 und kann damit das wahrscheinlich niedrigere Evolutionsniveau wiedergeben, wenn auch ein einziges Exemplar nicht überbewertet werden soll. Sl 4 ist hier bereits provergent, die Vorderkappe ist kurz, eine Sl 5 fehlt.

r: Allgemein gilt für die r-Gruppe, daß an den Hinterlobus sich vier geschlossene Triangel anschließen, das fünfte bildet mit Al 5 die aus einem Feld bestehende Vorderkappe, welche buccal flach gewölbt ist. Die Synklinalen der Lingualseite sind von Sl 1 bis Sl 3 zumeist gleichmäßig stark provergent. Sl 4, die im Bereich der Vorderkappe liegt, verläuft grundsätzlich nicht so

tief wie die vorhergehenden Lingualsynklinalen, meist ist sie auch offener; sie kann äquilateral bis provergent gebildet sein und ist damit großen Schwankungen unterworfen.
Eine 5. Lingualsynklinale kann vorhanden sein oder fehlen. Wenn vorhanden, dann ist es die am schwächsten ausgeprägte.
Die Ausbildung von Al 5 ist sehr variabel, was sowohl die Form, als auch die Größe betrifft.
Buccal folgt auf zwei ebenfalls gleichmäßig stark provergente Synklinalen Sb 1 und Sb 2 eine dritte (Sb 3), die im allgemeinen eine offene, nicht aber provergente Form zeigt. Durch ihr geringes Einschneiden bleibt auch die Verbindung T5 mit dem mesialen Teil des Vorderlobus erhalten. Ist die Gestalt dieser Sb 3 durch z.B. stärkere Ausbuchtung an der Vorderkappe verändert, ergeben sich morphologische Übergangsformen z.B. zu gud oder zu g.
Allgemein unterscheidet RABEDER (1981) longi-r-Formen von brachy-r-Formen; diese Aufteilung betrifft die Größe (Länge) der Vorderkappe. Diese beiden Varianten sind mit verbindenden Übergängen auch im hier überprüften Material zu beobachten.
Die Formengruppe r fällt metrisch durch ihre im Vergleich niedrigen A/L-Werte auf, die zwischen 45 und 50 schwanken (s.u.)
Beispiele: Taf.XXVI/2-5; Taf.XXIX/1-7; Taf.XXXII/5-15; Taf. XXXV/2-11; Taf.XXXVIII/4-6; Taf.XLI/1,2.
Übergangsformen liegen als r/g, r/gud, r/roi vor.

malei-Gruppe

Zu dieser Gruppe gehören die Formen submalei (sm) und malei (m).

sm: Der Typ sm, der als Vorläufer von m gilt, kommt im untersuchten Material als eindeutige sm-Variante nicht vor, sondern nur als Übergang sm/goi. Dieses einzige Exemplar stammt aus Hunas (Taf.XXIX/13) und kann -ähnlich wie die Formen goi und roi- als ursprüngliche Variante angesehen werden.
Ähnliches gilt auch für die Form h/m (hintoni/m), die nur aus Hunas vorliegt (Taf.XXXII/16) und ebenfalls nur an einem Molaren nachgewiesen werden konnte.

m: Diese vielgestaltige Gruppe weist durch provergente Sb 3 mit anschließend meist nach distal gerichteten Ausbuchtungen an

der Vorderkappe in ihrer "Reinform" (siehe CHALINE 1972) einen breiten Anteroconidkomplex auf.
Die 4. Lingualsynklinale schneidet sehr tief ein, in ihrer Provergenz übertrifft sie oft sogar die übrigen lingualen Synklinalen, wodurch auch die Lingualseite der Vorderkappe nach hinten gerichtet erscheint (Taf.XLII/1). Durch die sich nach vorne einstülpenden Synklinalen Sl 4 und Sb 3 erhält das Kauflächenbild einen weich gerundeten Charakter.
Die Kopfform selbst kann sowohl buccal, als auch lingual durch Synklianlen (Sl 5 und Sb 4) gekennzeichnet sein, die sich durch große Variabilität in Hinsicht auf Form un Tiefe auszeichnen.
Beispiele: Taf.XXVI/7-11; Taf.XXXIII/1-6; Taf.XXXVI/13-15;
Übergänge zu anderen morphologischen Gruppen sind hier sehr häufig, so treten hier die Formen m/ar, m/g, m/sm und m/h auf.

Variante gud (gud)

gud: Formen, die als gud bezeichnet werden, können von der Beschreibung her auf die Gruppe r bezogen werden, zumal dann, wenn eine Verbindung zwischen dem T5 und der Vorderkappe kaum eingeschränkt ist (Taf.XXXII/20). Die buccale Seite der Vorderkappe ist mit einer als Zacke oder Kante beschriebenen Ausbuchtung versehen (vgl. ANGERMANN 1974), die in Gegensatz zu den g- oder r-Formen meist nicht gerundet ist.
Durch tiefe Einbuchtung der Sl 3 kann die Verbindung T5 mit der Vorderkappe unterbrochen werden; es entstehen dann Formen, die große Ähnlichkeiten mit den m-Varianten aufweisen und möglicherweise auch zu m gestellt werden dürfen.
Beispiele: Taf.XXIX/8-10; Taf.XXXVIII/1-3; Taf.XXXIX/12,13; Taf.XLI/3.
Übergangsformen treten als gud/r und gud/n auf.

nivalis-Gruppe

In diesem Material tritt vereinzelt die Form nivalis (niv) auf.

niv: Der Formenreichtum dieser Gruppe kann wegen seltenem Auftreten nicht ausführlich dargestellt werden. Markant ist jedoch

die oft erhebliche Zahngröße, die durch große und breite Triangel hervorgerufen wird und nicht etwa durch Verlängerung der Kaufläche durch Einbau neuer Syn- und Antiklinalen (vgl. Taf.XLII/2-4).
Die Vorderkappe ist dabei relativ kurz und einfach gebaut, sie wirkt symmetrisch durch etwa gleiche laterale Ausdehnung der Antiklinalen Al 5 und Ab 4, sowie dem ähnlich tiefen Einschneiden von Sb 3 und Sl 4.
Beispiele: Taf.XXXV/1; Taf.XLII/2-4.

5.3.2. Beziehung zwischen Morphotypen und Arten

Die Beschreibung einzelner Morphotypen, ihre Zuordnung zu morphologischen Gruppen und die Interpretation dieser Fakten als zahnmorphologische Variationsbreite, bzw. als Zugehörigkeit zu bestimmten Species erweist sich als nicht immer unproblematisch. Dies zeigen auch Vergleiche mit Bearbeitungen rezenten Materials (siehe ANGERMANN 1974; NIETHAMMER ed. 1982).
So weisen beispielsweise biologische Arten mehrere Morphotypen auf, mit allerdings quantitativ unterschiedlichen Anteilen. Es wird hier nicht versucht, aufgrund eines jeden Kauflächenbildes jeweils eine eindeutig bestimmte Art zu definieren, sondern durch häufiges Auftreten bezeichnender Morphotypen die Wahrscheinlichkeit des Vorkommens einer bestimmten Art auszumachen. Ein anderes Vorgehen ist für den paläontologischen Bereich, was den zahnmorphologischen Aspekt betrifft, nicht möglich.
Wie den Beschreibungen (s.o.), vor allem aber den Abbildungen der Taf.XXVI-XLII deutlich zu entnehmen ist, kommt der individuelle Charakter der Molaren bei umfangreichem Material deutlich zur Geltung. Übergangsformen oder Anklänge an gleichzeitig mehrere Formenkreise sind durchaus nicht selten. Eine Interpretation ist dann sicher nicht eindeutig, oder aber subjektiv, bedingt durch die individuelle Wertung unterschiedlicher Kriterien.
Weiter ist auch das Erfassen der breiten morphologischen Palette sowohl vom Material, als auch von der Bearbeitungsweise abhängig. Ein Vergleich mit zeitlich gesicherten Faunen könnte in Hinsicht auf die Evolution wichtige Hinweise liefern, indem dann primitive von evoluierteren Merkmalen unterschieden werden könnten.

Wenn nun bestimmte Species auf bestimmte Standorte bezogen werden können, kommt durch die Sicherung der Artzugehörigkeit auch der Aspekt des Biotops zum Tragen; in jedem Fall ist die Untersuchung möglichst vieler Exemplare wünschenswert.

Hier wurden vorzugsweise die ersten unteren und die dritten oberen Molaren bearbeitet, da sie die am stärksten variierenden Zähne innerhalb des Gebisses sind und mit ihrer Vielzahl von Merkmalen für Aussagemöglichkeiten am geeignetsten sind.
Dabei weist der M^3 größere echte Variabilität auf (siehe v.KOENIGSWALD 1977) und ist somit im Gegensatz zu M_1 für artliche Bestimmung weniger geeignet. Untersuchungen der M^3 bieten sich daher mehr für die Analyse der Evolution an.

5.3.3. Metrischer Vergleich

Zu einem Vergleich der Längenmaße des M_1 wurden die hier am häufigsten belegten Funde nach Gruppen zusammengefaßt einander gegenübergestellt (Gesamt- und Anteroconidlänge). Die Gruppen gehören einmal dem ar-, zum anderen dem g- und dem r-Formenkreis an.

Längenmaße des M_1 bei Microtus

arvalis-Gruppe: In der Schichtenfolge von Hunas streuen die Längenwerte zwischen 2.2 und 3.2 mm, die arithmetischen Mittelwerte liegen zwischen 2.65 und 2.85 mm (vgl. Abb.37).
Gleichmäßige Größenänderungen (Zu- oder Abnahme) tritt innerhalb dieser Folge ebensowenig auf, wie völliges Übereinstimmen der Längenmaße innerhalb der Komplexe G2 oben, G1 u, G1 m-u, G1 ob. Die Funde aus G1 m-u zeigen hier absolut und durchschnittlich die größten Werte. Im Gegensatz dazu stehen die Ergebnisse, die für das Verhältnis A/L vorliegen (Abb.41), denn sie zeigen für das Material der ar-Gruppe aus G1 m-u gegenläufige Tendenz, d.h. niedrige Werte. Hier ist also bei relativ großer Gesamtlänge der Molaren der Anteroconidkomplex nicht besonders groß (lang); dies kann eventuell als Ausdruck nicht allzu hohen Evolutionsniveaus gedeutet werden.

Geringe Schwankungen für die Gesamtlänge des M_1 ist für die Funde aus der Zoolithenhöhle aus der Abb.38 zu erkennen, sie stimmen grö-

ßenmäßig in etwa mit den M_1 aus Hunas überein. Eine Überbewertung der nur wenigen Funde aus dem Bereich Wolfsschlucht mitte (WS m) soll nicht vorgenommen werden; es sei aber erwähnt, daß bei vergleichsweise höheren Längenmaßen die A/L-Werte wieder niedriger sind (siehe Hunas G1 m-u, Abb.41).

Aus dem Fuchsenloch Schicht C wurden für die Microtus arvalis Funde keinen hohen Längenwerte ermittelt; absolut gesehen treten hier sogar bzgl. der arithmetischen Mittelwerte die niedrigsten Ergebnisse auf. Sie liegen unter 2.6 mm und sind insgesamt kleiner als die Funde aus der Zoolithenhöhle und aus Hunas. Bzgl. der A/L-Werte ergeben sich für die ar-Gruppe aus dem Fuchsenloch C "mittlere" Größen, wenn sie mit den Funden aus Hunas oder aus der Zoolithenhöhle verglichen werden (Abb.41 und Abb.38).

gregalis-Gruppe: Das Material aus Hunas zeigt verglichen mit den jüngeren Funden für diese Gruppe niedrige Werte bei den Gesamtlängen (Abb.39). $\bar{x}$ ist dabei immer niedriger als 2.7 mm, bei den jungquartären Funden dagegen größer als 2.7 mm. Dabei kann pauschal eine geringe Größenzunahme innerhalb Hunas festgestellt werden. Bzgl. der Mittelwerte sind die Funde aus der Zoolithenhöhle im Bereich Guloloch etwas kleiner als aus dem oberen Bereich der Wolfsschlucht. Ebenso zeigen die Maße für Schicht D des Fuchsenloches höhere Werte als für Schicht C (siehe Abb.40). Eine zunehmende Tendenz läßt sich bei Betrachtung der A/L-Werte (Abb.41) von älteren zu jüngeren Einheiten erkennen. Ohne Ausnahme sind die Werte für Hunas kleiner als die der Fundstellen Zoolithenhöhle und Fuchsenloch.

Insgesamt liegen die Absolutwerte für A/L sowohl für die arvalis-, als auch für die gregalis-Gruppe zwischen 53 und 55; große Differenzen sind damit nicht festzustellen.

ratticeps-Gruppe: Die Tatsache, daß bei diesem Morphotyp nur vier geschlossene Triangel ausgebildet werden, spiegelt sich in dem Verhältnis A/L wieder. Sehr deutlich ergeben sich hier Werte unter 50 und zeigen damit einen signifikanten Unterschied zu den Formen g und ar (siehe Abb.41).

Alle übrigen Maße der unterschiedenen Formen von Microtus sind der Tab.5 zu entnehmen.

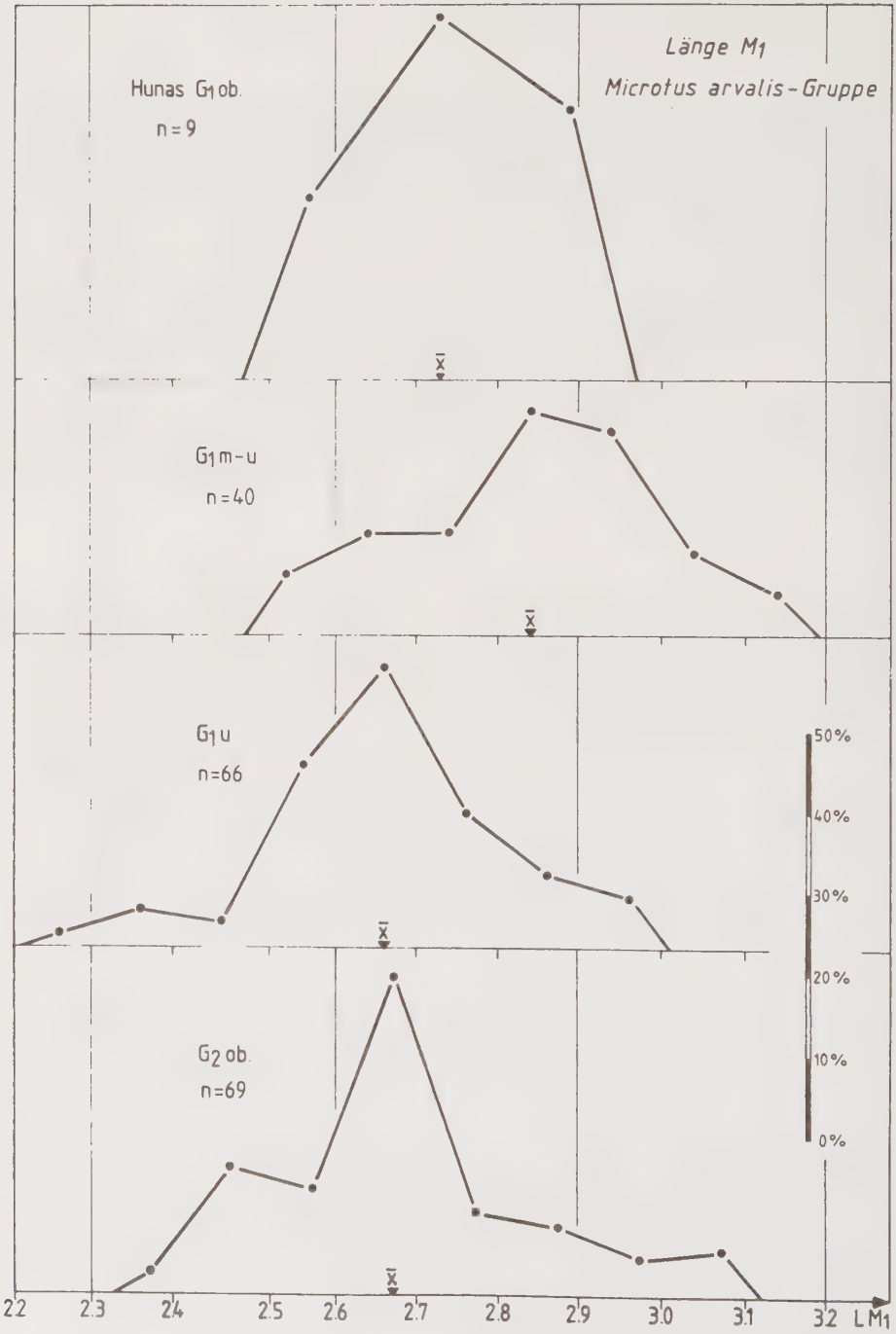

Länge M1
Microtus arvalis-Gruppe
Hunas G1 ob.
n = 9
G1 m-u
n = 40
G1 u
n=66
G2 ob.
n=69
50%
40%
30%
20%
10%
0%
2.2
2.3
2.4
2.5
2.6
2.7
2.8
2.9
3.0
3.1
3.2
L M1

Abb. 37

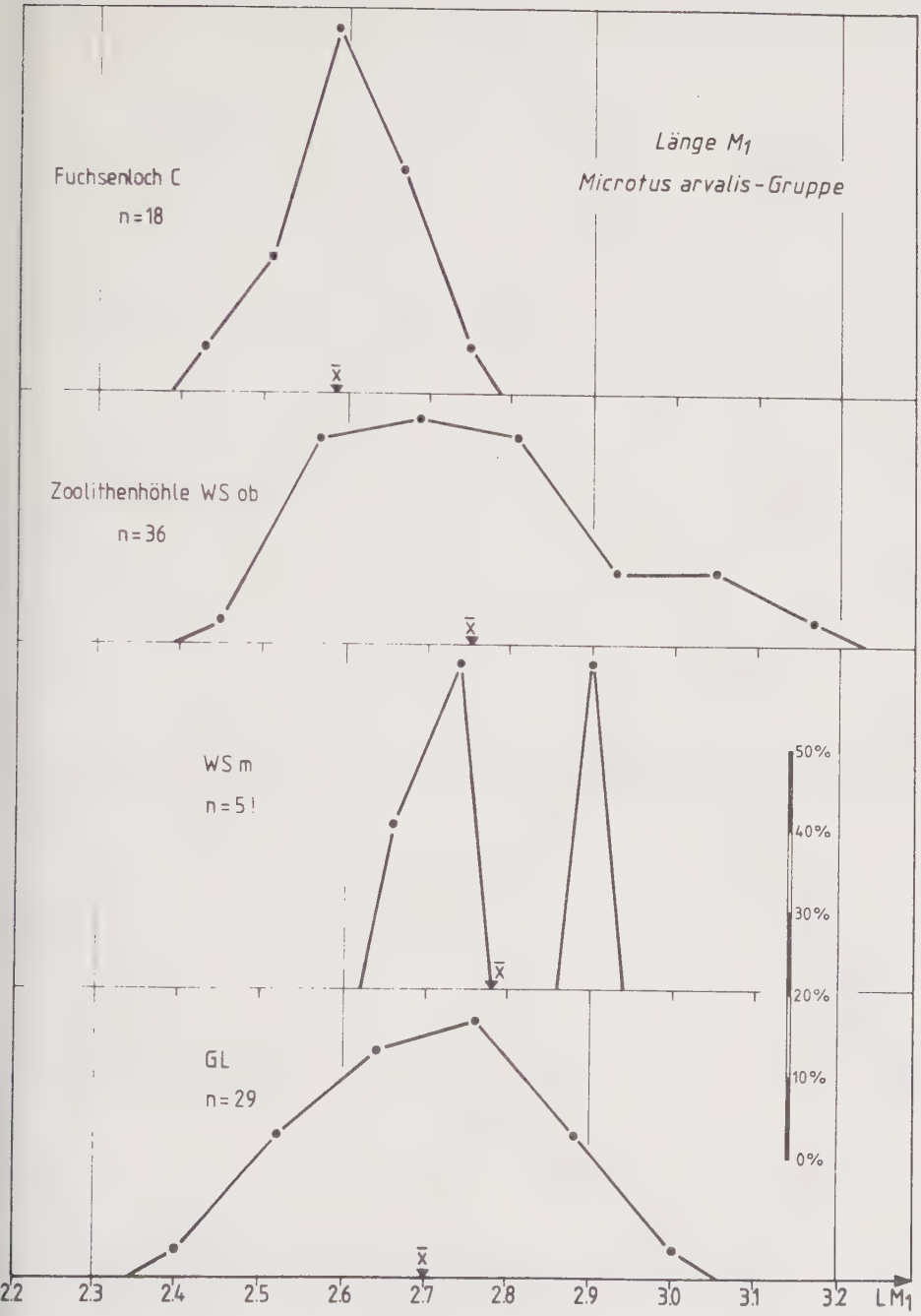

Länge M_1
Microtus arvalis-Gruppe
Fuchsenloch C
n=18
Zoolithenhöhle WS ob
n=36
WS m
n=5!
GL
n=29
50%
40%
30%
20%
10%
0%
2.2
2.3
2.4
2.5
2.6
2.7
2.8
2.9
3.0
3.1
3.2
LM_1

Abb. 38

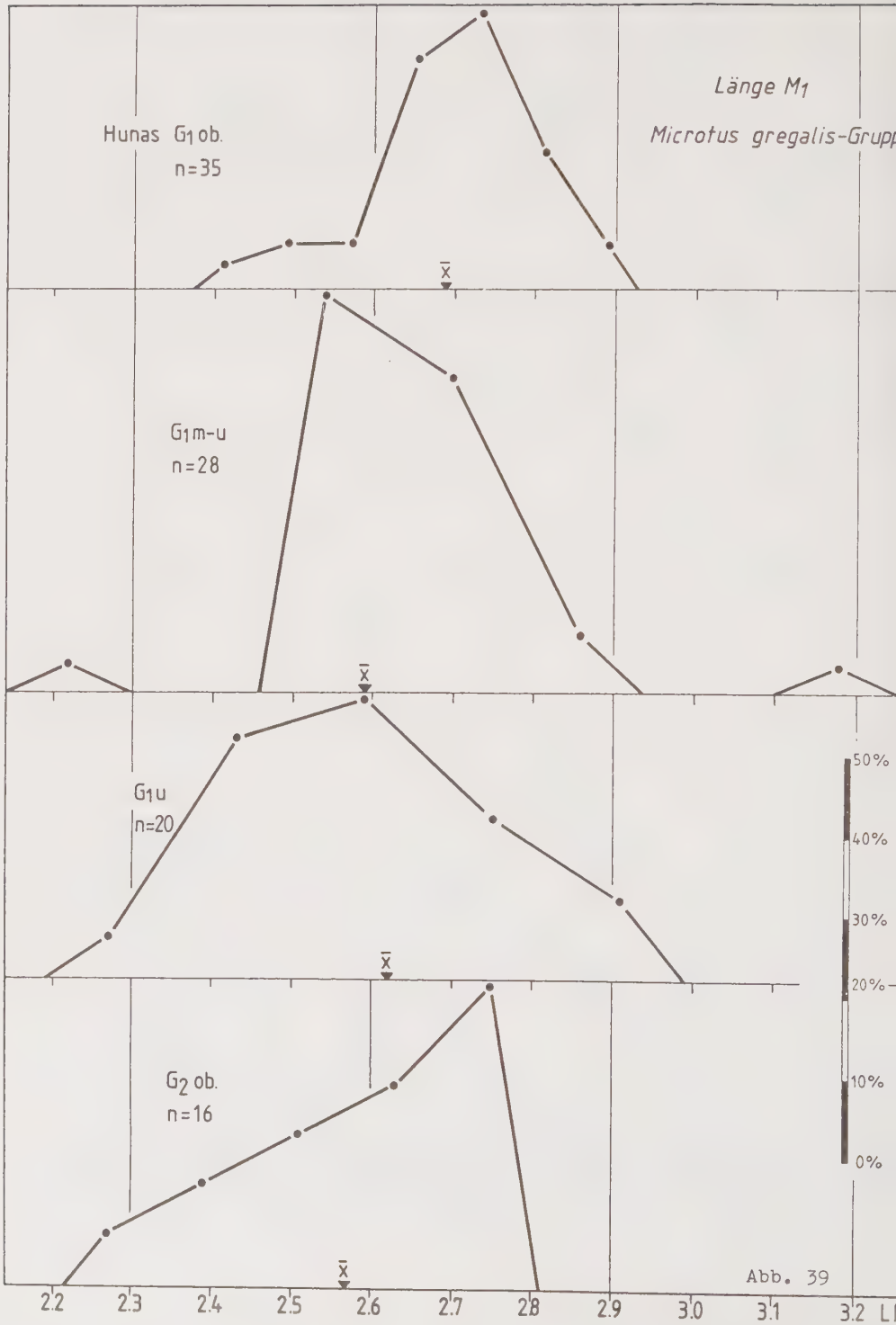

Länge M_1
Microtus gregalis-Grupp
Hunas G_1 ob.
n=35
G_1 m-u
n=28
G_1 u
n=20
G_2 ob.
n=16
x̄
50%
40%
30%
20%
10%
0%
2.2
2.3
2.4
2.5
2.6
2.7
2.8
2.9
3.0
3.1
3.2

Abb. 39

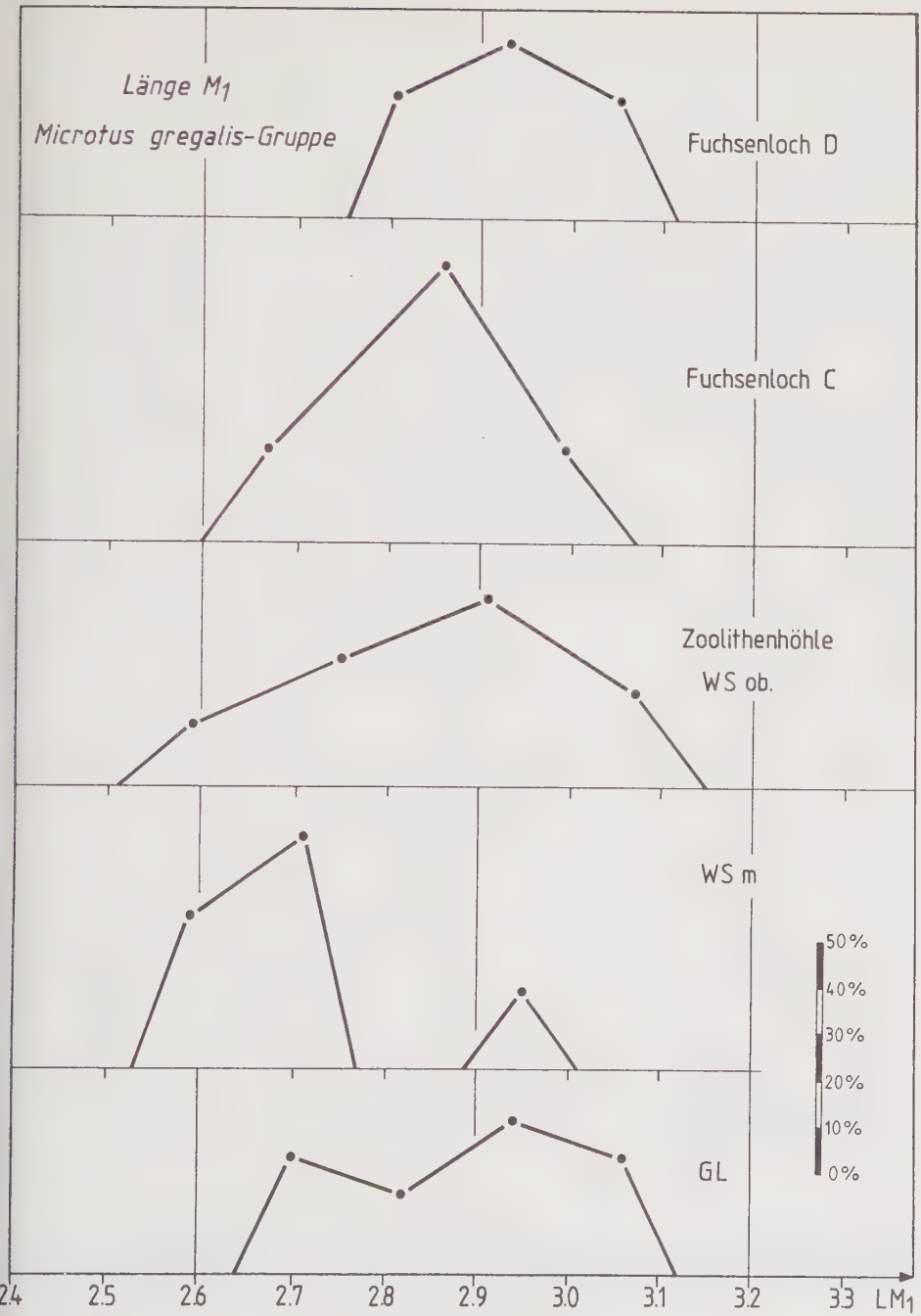

Länge M_1
Microtus gregalis-Gruppe
Fuchsenloch D
Fuchsenloch C
Zoolithenhöhle
WS ob.
WS m
GL
50%
40%
30%
20%
10%
0%
2.4
2.5
2.6
2.7
2.8
2.9
3.0
3.1
3.2
3.3
LM_1

Abb. 40

Morphotyp	Hunas G2 ob	G1 u.	G1 m-u	G1 ob	Zoolithenh. GL	WS m	WS ob	Fuchsenloch C	D
par	2.69 (13)				2.62 (1)	2.76 (1)	2.83 (4)		
par/ag				2.95 (1)		2.87 (1)	2.68 (2)		
ag	2.65 (4)	2.74 (13)	3.04 (3)		2.71 (1)		2.76 (1)	2.69 (1)	
ar/ag	2.87 (4)	2.66 (7)	2.84 (12)	2.69 (1)	2.75 (5)		2.66 (3)	2.58 (3)	
ar	2.65 (43)	2.63 (40)	2.82 (23)	2.69 (3)	2.68 (21)	2.75 (3)	2.74 (22)	2.59 (13)	
ad/ar	2.75 (2)	2.65 (3)		2.84 (2)	2.87 (1)				2.95 (1)
ad	2.62 (3)	2.55 (1)	2.51 (1)					2.55 (2)	2.97 (3)
n				2.76 (1)	2.87 (1)	2.74 (3)			
n/gud									
n/ar	2.47 (1)								
gud		2.68 (9)	2.63 (3)				2.67 (3)	3.05 (1)	
r/gud					2.56 (1)				
r	2.64 (4)	2.73 (3)	2.66 (16)	2.68 (11)	2.78 (6)	2.64 (3)	2.63 (10)	2.75 (2)	2.91 (1)
m	2.77 (7)	2.56 (2)	2.76 (11)	2.67 (7)	2.91 (1)				
g/m	2.33 (2)		2.65 (5)	2.73 (8)	2.87 (1)			3.02 (1)	
g/ar	2.47 (1)	2.58 (1)		2.60 (2)			2.83 (5)		
r/g				2.51 (1)					2.93 (8)
g	2.61 (12)	2.61 (18)	2.62 (23)	2.69 (19)	2.74 (10)	2.71 (6)	2.83 (15)	2.78 (4)	
m/ar			2.55 (2)						
h/m			2.64 (1)						
juv.		2.11 (1)					1.93 (1)		2.95 (1)
aberr.	2.58 (1)						2.87 (1)		
roi	2.55 (1)								
goi/sm		2.25 (1)							
goi/g				2.70 (5)					

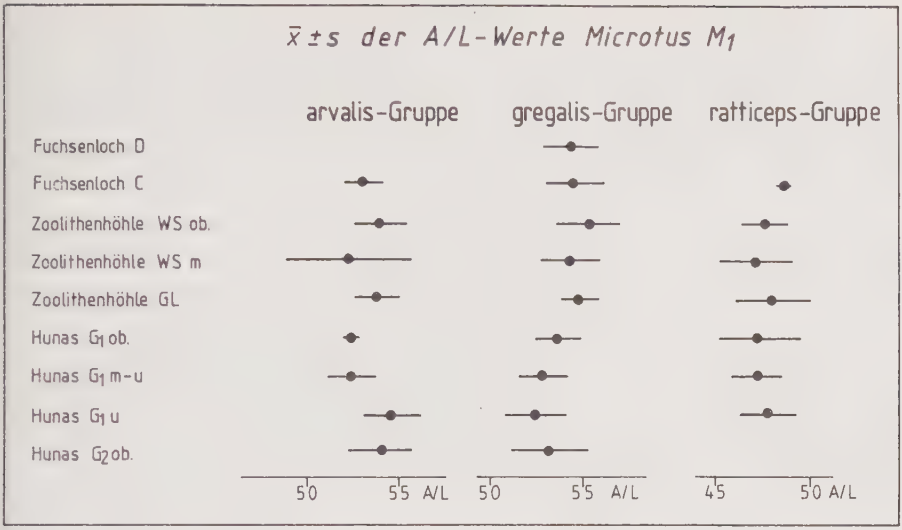

x̄ ± s der A/L-Werte Microtus M1
arvalis-Gruppe
gregalis-Gruppe
ratticeps-Gruppe
Fuchsenloch D
Fuchsenloch C
Zoolithenhöhle WS ob.
Zoolithenhöhle WS m
Zoolithenhöhle GL
Hunas G1 ob.
Hunas G1 m-u
Hunas G1 u
Hunas G2 ob.
5'0
5'5 A/L
5'0
5'5 A/L
4'5
5'0 A/L

Abb. 41

Die M_1 für Microtus allgemein -nun ohne Berücksichtigung der verschiedenen Morphotypen- weisen bei den Funden aus dem Fuchsenloch Schicht D besonders hohe Werte auf, die zwischen 2.76 und 3.09 mm liegen, während die Gesamtlänge des M_1 sonst um 2.7 mm schwanken.

5.3.4. Morphotypen der einzelnen Fundstellen

In Abb.42 werden für einzelne Komplexe aus den Fundstellen Hunas, Zoolithenhöhle und Fuchsenloch die dort auftretenden Varianten (incl. der Übergangsformen) dargestellt. Diese rein qualitative Zusammenstellung zeigt die netzartige Verbindung der einzelnen Formen untereinander. Das zugrunde gelegte Muster (Abb.42 oben rechts) stellt alle im gesamten Material auftretenden Typen und Verbindungsmöglichkeiten dar.
Welche Varianten und Übergangsformen nun innerhalb der einzelnen Schichtbereiche aus Hunas, der Zoolithenhöhle und dem Fuchsenloch realisiert sind, ist den einzelnen Darstellungen zu entnehmen (siehe Abb.42).
In Hunas treten zahlreiche morphologische Varianten auf; das gilt sowohl für die als "reine" Typen ansprechbaren Formen, wie auch für die vermittelnden Übergangsformen. Die Anzahl der Varianten liegt dabei in Hunas G2 oben bei 15, in G1 unten bei 14, in G1 m-u bei 13 und in G1 oben bei 14.
Dabei sind ursprüngliche Formen, wie roi/r, goi/sm, m/h, g/goi nur in Hunas zu finden, während sie aus den jüngeren Bereichen nicht mehr nachgewiesen wurden.
Anhand der Funde aus der Zoolithenhöhle zeigen die Beispiele aus dem Guloloch und aus der Wolfsschlucht, daß im Vergleich zu Hunas weniger Formen (incl. der Übergänge) auftreten. Für das Guloloch konnten 10 Varianten nachgewiesen werden, aus der Wolfsschlucht (WS mitte) dagegen nur 6, aus dem oberen Bereich (WS oben) 8.
Für das Fuchsenloch konnten für Schicht C 9 Varianten festgestellt werden, für Schicht D nur 4.

Daß die Fundkomplexe verschieden viele morphologische Varianten zeigen, kann durch mehrere Faktoren verursacht sein. Zunächst kann diese Erscheinung natürlich materialbedingt sein; ein größerer Ein-

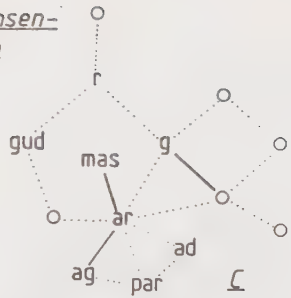
fluß ist aber sicherlich auf das verschiedenen Alter der Fundstellen, sowie auf die unterschiedlichen ökologischen Gegebenheiten zurückzuführen.
So ist, insgesamt gesehen, eine deutliche Abnahme der Anzahl der Morphotypen von Hunas über die Zoolithenhöhle bis zum Fuchsenloch zu beobachten. Die oben genannten Formen goi, sm, h deuten durch ihr Vorhandensein nur in der ältesten hier bearbeiteten Fundstelle, sowie durch ihre ursprünglichere Form darauf hin, daß es sich wirklich um primitivere Varianten handeln dürfte.
Andere Morphotypen, wie die Gruppen um ar, g, r oder niv lassen sich für alle untersuchten Fundstellen nachweisen, sie wurden einer quantitativen Analyse zugrunde gelegt. Eine entsprechende Verteilung, die Aufschluß über die Häufigkeit geben soll, mit der bestimmte Formengruppen in den einzelnen Fundbereichen auftreten, zeigt Abb.43.

Hunas: Deutlich zeigt sich eine schrittweise Abnahme des ar/ag Formenkreises, bei gleichzeitiger Zunahme der g- und der r-Gruppe. Der Anteil der m-Varianten ist schwankend, niv tritt selten, nur in G2 ob und G1 ob auf.

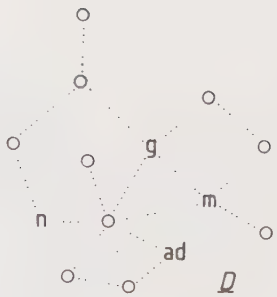
Zoolithenhöhle: Mit ca. 55% ist aus dem Bereich Guloloch die ar-Gruppe am stärksten vertreten. Die nächsthäufige Gruppe bildet hier der g-Formenkreis, gefolgt von der r-Gruppe. Selten sind Vertreter der m- sowie der niv-Formen.
Aus dem Bereich der Wolfsschlucht zeigen die Verteilungsmuster Unterschiede zwischen dem mittleren und dem oberen Bereich; in WS m ist der Anteil der ar/ag-Formen geringer als der der g-Varianten. Eine eigene Gruppe, die dem Formenkreis n/gud angehört, wurde wegen der morphologischen Zwischenstellung bei gleichzeitig gehäuftem Auftreten ausgehalten; sie übertrifft mengenmäßig die r-Gruppe. Im oberen Bereich der Wolfsschlucht sind mit ca. 50% Molaren mit ar/ag-Muster vorhanden und weisen damit eine deutliche Zunahme gegenüber WS m auf. Weniger häufig kommen g-Varianten vor, noch seltener sind r-Formen.

Fuchsenloch: Große Unterschiede bei der quantitativen Verteilung ergeben sich durch eine Gegenüberstellung der Microtus-Funde zwischen Schicht C und Schicht D des Fuchsenloches. Sind in Schicht

Fuchsen-Loch

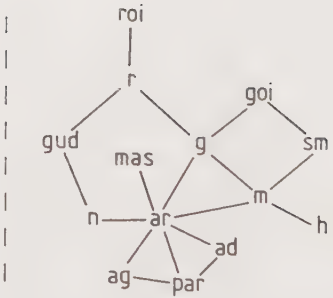


C

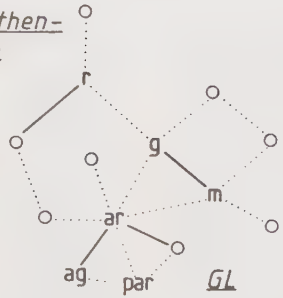


D

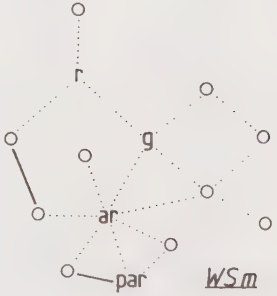
MORPHOTYPEN MICROTUS M1



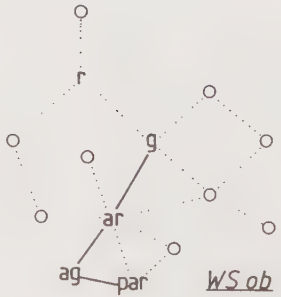
Zoolithen-höhle



GL



WSm



WS ob

LEGENDE:

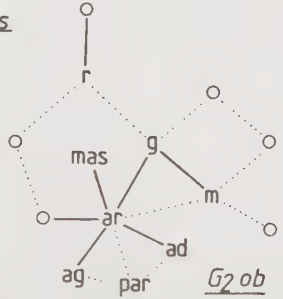
r = ratticeps	h = hintoni
roi = ratticepoides	gud = gud
g = gregalis	n = nivalis
goi = gregaloides	ar = arvalis
mas = maskii	ad = arvalidens
m = malei	par = postarvalis
s = submalei	ag = agrestis

"Übergangsform" (z.B. ar/ag)

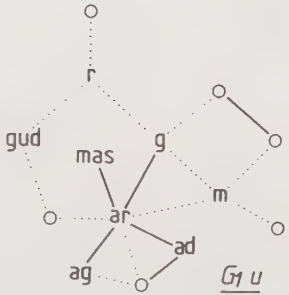
besetzt

unbesetzt

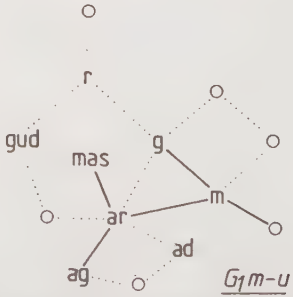
Hunas



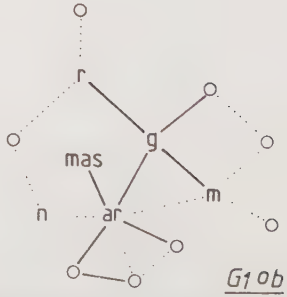
G2 ob



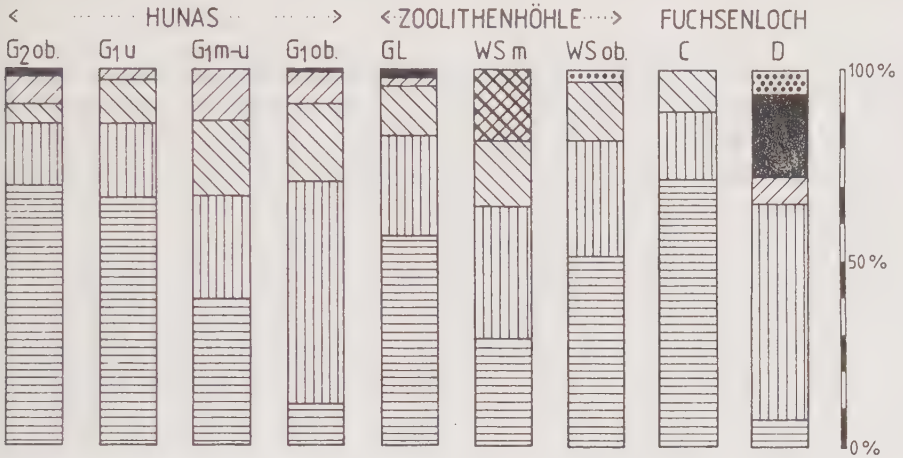
G1 u



G1 m-u



G1 ob



M1 Microtus

Häufigkeit morphologischer Gruppen

LEGENDE:

- arvalis-agrestis Gruppe
- gregalis Gruppe
- ratticeps Gruppe
- malei Gruppe
- nivalis Gruppe
- Übergang nivalis/gud
- Sonderformen

Abb. 43

C M_1 mit ar/ag-Muster mit mehr als 70% vertreten, gefolgt von g- und r-Formen, so ist im Vergleich dazu der Anteil von Molaren mit ar/ag-Muster in Schicht D auf weniger als 10% gesunken. Gleichzeitig weisen sich (in Schicht D) die g-Formen als zahlenmäßig dominant aus, sie sind mit über 60% in diesem Komplex die häufigsten Varianten.
Die niv-Formen stellen die zweithäufigste Gruppe innerhalb Schicht D dar; m-Muster sind etwa gleich häufig, wie Vertreter von ar/ag. Damit ergeben sich neben qualitativen Unterschieden für Schicht C und D bedeutende Unterschiede in der quantitativen Zusammensetzung.

5.3.5. Résumé

Trotz aller Einschränkungen, die sich aus Rezentbeobachtungen ergeben, lassen sich Hinweise auf Phylogenie und Ökologie durch die Morphotypenanalyse ableiten.
Zunächst soll noch einmal kurz auf die Ergebnisse, die in Abb.42 dargestellt sind, eingegangen werden. Die deutliche Abnahme der Formvarianten von Hunas bis zum Fuchsenloch ist meines Erachtens in erster Linie als Ausdruck der Phylogenie zu werten, der durch klimatische oder ähnliche Faktoren verstärkt werden kann. Hinweise auf relativ niedriges Evolutionsniveau innerhalb Hunas geben die bereits erwähnten "Primitivformen", aber auch die zahlreichen Übergangsformen, welche in allen untersuchten Bereichen von Hunas zu finden sind. Eine "Formentrennung" war vielleicht in dieser Zeit noch weniger ausgeprägt als in den späteren Fundkomplexen. Damit wäre eine zunehmende Konzentration auf bestimmte Formentypen innerhalb der jüngeren Einheiten abzulesen, die durch "Verlust" der primitiveren Typen und durch Abnahme von Übergangsformen gekennzeichnet sein könnte.
Durch die quantitative Auswertung (Abb.43) ergeben sich ebenfalls Unterschiede zwischen den verschiedenen Fundstellen und auch innerhalb ihrer Schichtkomplexe. Wenn auch mit Einschränkungen, so lassen sich hier durch Ökologie bzw. Klima hervorgerufene Verschiedenheiten vermuten, da einzelne Microtus-Arten an bestimmte Lebensbereiche gebunden sind (s.u.).
Besonders markant ist neben der qualitativen auch die quantitative

Diskrepanz bei den Funden aus dem Fuchsenloch zwischen Schicht C und D. Sie weist darauf hin, daß das mengenmäßige Verhältnis der Gruppen ar/ag auf der einen Seite (Schicht C) und g auf der anderen (Schicht D) Hinweise auf Biotop oder Klima erlaubt, tritt doch im Fuchsenloch Schicht D bei deutlicher Übermacht der g-Gruppe auch der Morphotyp niv mit vergleichsweise hohem Prozentsatz auf und spricht damit für kühles Klima (s.u. und HELLER 1955).
Überträgt man diese Beobachtung auf die anderen Fundstellen, so kann für das Material aus Hunas G1 oben ebenfalls mit niedrigeren Temperaturen gerechnet werden; eine Abnahme der Temperaturen würden sich im Falle Hunas über die gesamten hier untersuchten Einheiten von G2 bis G1 oben ablesen lassen (vgl. GROISS 1983).
Auch für die Ablagerungen aus der Zoolithenhöhle können klimatische Schwankungen angenommen werden, wie Abb.43 erkennen läßt. Bei relativ niedrigen Anteilen für die ar/ag-Gruppe lassen sich höhere g- sowie niv/gud-Anteile nachweisen und stellen damit eine mögliche Parallele (nicht zeitlich!) zu den Erscheinungen im Fuchsenloch dar (vgl. Schicht D). Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang die Tatsache, daß von den untersuchten Einheiten der Zoolithenhöhle im Bereich WS m lediglich 6 morphologische Varianten festzustellen waren, im Fuchsenloch Schicht D waren es sogar nur 4 (Abb.42).
Da der M^3 bei Microtus als Indikator für die Evolutionshöhe angesehen wird (s.o. und RABEDER 1981), soll auch das hierzu bearbeitete Material dargestellt werden (s.u.).

5.3.6. Vergleich mit der Bearbeitung HELLERS (1983)

Die Untersuchung des Kleinsäugermaterials aus Hunas zeigt in der Bearbeitung von HELLER (1983) ebenfalls eine große Vielfalt. Nach HELLER treten innerhalb der Gattung Microtus als Gruppen oder Arten M.anglicus, M.arvalinus-arvalis-agrestis-Gruppe, M.nivalinus-nivalis, M.delusorius, M.oeconomus sowie M.problematicus auf.
Diese Einteilung läßt sowohl Gemeinsamkeiten mit der vorliegenden Bearbeitung erkennen, zugleich werden aber auch Unterschiede mit der hier vorgenommenen Untersuchung deutlich. Solche Unterschiede ergeben sich hauptsächlich aus dem voneinander abweichenden Vorgehen und der unterschiedlichen Beurteilung einzelner Merkmale bei der Materialbearbeitung.

Als Beispiel soll die von HELLER vorgenommene Gliederung bei der von ihm ausgewiesenen M.arvalinus-arvalis-agrestis-Gruppe nach den Haupttypen A bis F dienen. Den ausführlichen Beschreibungen ist zu entnehmen, daß eine Aufstellung dieser Haupttypen in erster Linie anhand morphologischer Unterschiede der Vorderkappe des Vorderlobus vorgenommen wurde. Daß dieser Zahnabschnitt des M_1 stark variiert, wird durch Beschreibung der Molaren deutlich gemacht und ist auch den Abbildungen zu entnehmen (siehe HELLER 1983). Eine Typisierung wird also nur anhand eines Merkmals vorgenommen, ohne Berücksichtigung der funktionellen Aspekte und ist daher sicher nicht von so großer Bedeutung. Durch die große Variationsbreite gerade in diesem Bereich (Vorderkappe) entsteht eine unübersichtliche Formenfülle bei allen Vertretern der Microtus-Gruppen.
Im Gegensatz dazu wird bei der vorliegenden Bearbeitung der gesamte Vorderlobus mit Syn- und Antiklinalbildungen zur Charakterisierung herangezogen und damit ausgeschlossen, daß x-beliebige Varianten zu groß herauskommen. Ein direkter Vergleich der Haupttypen HELLERS mit meinen als Morphotypen bezeichneten Formen ist damit nur bedingt möglich.

Gemeinsamkeiten ergeben sich aber in anderer Hinsicht. In beiden Fällen zeigt sich die sehr hohe Variationsbreite, d.h. die graduelle Verschiedenheit einzelner Merkmale, sowie die große Anzahl an vorkommenden Formen.
Wenn auch einzelne bei HELLER abgebildete Molaren hier unterschiedlichen Gruppen zugeordnet werden, so kann -insbesondere anhand der Abbildungen bei HELLER- die andersartige Gruppierung dort mit den von mir erstellten Gruppen der morphologischen Varianten verglichen werden:
Die von HELLER als M.anglicus bezeichneten Formen gleichen am ehesten den hier als gregalis-Gruppe bezeichneten. HELLER selbst weist darauf hin, daß M.anglicus bei anderen Autoren als M.gregalis bezeichnet wird.
Die Gruppe arvalinus-arvalis-agrestis bei HELLER ähnelt den hier zur arvalis-agrestis Gruppe gerechneten Varianten.
Die von HELLER aufgestellte Art M.delusorius läßt sich mit den malei-Formen hier vergleichen und wird hier als malei angesprochen.
Übereinstimmungen bestehen bei einem Vergleich der Varianten oeconomus (bzw. ratticeps) bei HELLER mit den ratticeps-Formen hier und ebenso bei den nivalinus-nivalis-Formen.

Die als M.problematicus bezeichneten Stücke, die auch nach HELLER in der Nähe der arvalis-agrestis-Formen stehen, werden hier in diese Gruppe einbezogen.

Somit ergeben sich insgesamt doch Ähnlichkeiten zwischen beiden Untersuchungen. In beiden Fällen wird deutlich, daß sich die Funde aus Hunas von jungpleistozänem Material unterscheiden. Die Molaren aus Hunas sind kleiner als jungpleistozäne Funde, ihr enormer Formenreichtum deutet darauf hin, daß neben fortschrittlicheren Typen auch noch ursprünglichere vertreten sind.

Die Vermutungen HELLERS (1983, S.160) und von GROISS (1983, S.355ff), die auf einen klimatischen Wechsel im Bereich der Schicht G schließen läßt, kann nach meinen Untersuchungen anhand der Morphotypenanalyse für den Bereich G2 bis G1 oben ebenfalls geäußert, bzw. bestätigt werden.

5.4. Die Kaufläche des M^3

5.4.1. Zahnmorphologie (Morphotypen)

Die Formenvielfalt der dritten oberen Molaren ist bei Microtus ebenfalls erheblich (vgl. M_1).
Die hier vorhandenen unterschiedlichen Morphotypen wurden in Anlehnung an RABEDER (1981) beschrieben.
Nach dem Morphogenese-Schema lassen sich die von RABEDER (1981, Abb.133) unterschiedenen Entwicklungsreihen (oeconomus, nivalis, arvalis, ibericus) auf eine Ausgangsform praesimplex zurückführen.
Allgemein werden auch die M^3 (vgl. M_1) allmählich durch Einbau zusätzlicher Syn- und Antiklinalen verlängert.
Im untersuchten Material konnten folgende Morphotypen unterschieden werden:

arvalis-Reihe:

Zu dieser Gruppe gehören die Formen multiplex (m), normalis (n), arvalis (ar), agrestis (ag).

m: Der hier auftretende primitivste Morphotyp der ar-Reihe ist durch die Form m vertreten. Kennzeichen sind zwei oder drei geschlossene Dentindreiecke, lingual und buccal je drei Synklinalen, von denen die hintersten (Sl 4 und Sb 3) schwächer (flacher) ausgeprägt sind als die vorderen. Sl 2 sowie Sl 3 sind bereits postvergent und schneiden tief ein; Sl 4 ist dagegen deutlich kürzer, sie kann noch offen, oder angedeutet postvergent gebildet sein. Die Hinterkappe zeigt noch keine ausgeprägte Längung.
Beispiele: Taf.XLIII/2,3; Taf.XLV/1-6; Taf.XLVII/2-4; Taf. L/1.

n: Durch deutliche Eintiefung der Sl 4 entsteht der Typ n, sodaß nun lingual drei mehr oder minder gleich ausgebildete Synklinalen vorhanden sind. Die Buccalseite der Molaren bleibt im Vergleich zu m unverändert. Insgesamt ist jedoch die Hinterkappe in Verbindung mit der Sl 4-Eintiefung verlängert.
Beispiele: Taf.XLIII/7-18; Taf.XLV/7-15; Taf.XLVII/9-16; Taf.XLIX/3-9; Taf.L/4-12; Taf.LII/1-5.

ar: Durch Ausbildung einer zusätzlichen Lingualsynklinale (Sl 5) ist dieser Morphotyp gekennzeichnet. Auch wenn diese Synklinale nur schwach (seicht) ausgebildet ist und damit eher einer kleinen Mulde entspricht, ist ihr Vorhandensein für ar bezeichnend. Dabei ist zu beobachten, daß in sehr vielen Fällen die Sl 4 meist nicht so tief und deutlich postvergent gebildet ist, wie bei ausgeprägten n-Formen. Die Hinterkappe wirkt dadurch insgesamt breiter und länger. Die Buccalseite bleibt weitgehend unverändert, es kann allerdings eine kleine Ausbuchtung an der Hinterkappe vorhanden sein, die jedoch nicht das Niveau der guentheri-Gruppe erreicht (s.u.).
Die Form der Al 5 ist spitz oder gerundet.
Beispiele: Taf.XLIII/22-30; Taf.XLV/17-24; Taf.XLVII/20-30; Taf.XLIX/13-19; Taf.L/21-24; Taf.LI/1-4; Taf.LII/7-16.

ag: Als ag gelten Formen, deren Sl 5 bereits eine fortgeschrittene Ausbildung zeigt; dies ist kombiniert mit einer nun deutlich nach der Seite (lingual) gerichteten Öffnung dieser Synklinale, welche bei ar durch die noch flache Eintiefung schräg nach hinten gerichtet war. Buccal ist außer einer zwangsläufigen Verlängerung der Hinterkappe keine Veränderung gegenüber ar zu beobachten.
Beispiele: Taf.XLVII/7; Taf.LI/10,11; Taf.LII/17.

ar-Reihe insgesamt

Die ar-Reihe ist durch Einbau von Lingualsynkliralen gekennzeichnet, was sich anhand des untersuchten Materials als fortschreitende Entwicklung über die Formen m bis ag nachvollziehen läßt. Alle Morphotypen sind durch Übergangsformen miteinander verbunden (m/n, n/ar, ar/ag). Ebenso lassen sich Mischformen zur gregalis-Reihe nachweisen. Die Morphotypen n und ar sind sehr viel häufiger als m und ag. Hier bietet sich eine Interpretation in evolutiver Hinsicht an (s.u.).

gregalis-Reihe

Zu dieser Reihe gehören die Formen gregalis (g), guentheri (gue) und oeconomus (oec).

g: Der Typ g zeigt, wie auch die Form m (s.o.), drei linguale und buccale Synklinalen, von denen auch hier die endständigen

(Sl 4 und Sb 3) wesentlich schwächer ausgebildet sind, als die vorderen. Die Buccalseite der Hinterkappe ist mit einer kleinen Ausbuchtung versehen, die jedoch nicht unbedingt durch eine Sb 4 nach hinten abgegrenzt sein muß. Sie kann auch nur als eine kleine Kante ausgebildet sein. Die Hinterkappe wirkt gedrungen und ist meist rundlich.
Beispiele: Taf.XLIV/12,13; Taf.XLVI/4-6; Taf.XLVIII/13,14; Taf.LI/14-19; Taf.LII/19.

gue: Deutliches Hervortreten der Ab 4 und stark postvergente Sl 5 sind bezeichnend für die Form gue. Außerdem kann sie eine deutliche Verrundung der Hinterkappe besitzen. Hier ist, nun im Gegensatz zu g, eine kleine Eintiefung (Sb 4) durch die Prominenz der Ab 3 zu beobachten, die jedoch im vorliegenden Material nicht mit Zement gefüllt ist.
Beispiele: Taf.XLIV/9-11,14-17; Taf.XLVI/7-15; Taf.XLVIII/15-24 Taf.LI/20-24; Taf.LII/20-22.

oec: Während bei den beiden vorhergenannten Formen noch keine Sl 5, auch nicht in Andeutungen, ausgebildet war, tritt eine solche nun bei oec auf. Wie bei der ar-Reihe ist zu beobachten, daß auch hier mit dem Auftreten der Sl 5 die vorhergehende Sl 4 in ihrer Ausprägung nicht mehr so extrem postvergent bzw. tief angelegt sein muß (Kompensation?). Die Ab 4 ist gegenüber gue noch deutlicher entwickelt.
Beispiele: Taf.XLIV/19,20; Taf.XLVIII/25-27; Taf.XLIX/24-26; Taf.LI/25-30; Taf.LII/24,25.

g-Reihe insgesamt

g/gue, gue/oec sind die "natürlichen" Übergangsformen, welche hier vertreten sind. Verbindungen zur ar-Gruppe sind in Form von gue/n, sowie gue/ar vorhanden.
Allgemein ist auch bei der g-Reihe eine Verlängerung des Zahnes und damit der Schneidekanten durch Einbau von zusätzlichen Synklinalen zu beobachten. Im Gegensatz zu der ar-Reihe ist in diesem Fall auch die Buccalseite der Hinterkappe von der Entwicklung betroffen.

nivalis-Reihe

Hier liegt nur die Form nivalis (niv) vor.

niv: In dem bearbeiteten Material konnten nur wenige Exemplare die-

ses Formentyps identifiziert werden. Diese Zähne fallen in erster Linie durch ihre Größe auf; ihre Bauweise ist noch sehr einfach, d.h. Sl 4 ist nicht postvergent und schneidet nicht so tief ein wie Sl 2 und Sl 3. Die Hinterkappe ist einfach gebaut und rundlich, sie zeigt keine Einbuchtungen oder Kanten. Die Dentindreicke sowie der umgebende Schmelz sind kräftig entwickelt.
Beispiele: Taf.XLIII/1 (?); Taf.XLVII/1,2; Taf.LI/12,13.

5.4.2. Morphotypen und ihre Verteilung in den Fundstellen

Eine Gliederung in kleine buccale und etwas größere linguale Dentindreiecke ist bei den dritten oberen Molaren noch deutlicher zu erkennen als bei den M_1.
Metrisch und morphologisch ist beim M^3 die Variationsbreite erheblich. Längenmaße lassen hier keine markanten Veränderungen innerhalb der ar- und der g-Reihe erkennen (siehe Abb.44 und 45).
Durch morphologische Bearbeitung des Materials ergeben sich demgegenüber bessere Einteilungskriterien, wenn auch durchaus Schwierigkeiten bei der Zuordnung mancher Molaren auftreten können. So ähneln sich beispielsweise die Kauflächenbilder mancher Morphotypen, wie die der Varianten multiplex, artomultiplex und gregalis (siehe RABEDER 1981).
Para-Formen (RABEDER 1981, S.201,207), die sich durch Konfluenz zwischen den Triangeln T2 und T3 ausweisen, sind in diesem Material für die Formen niv, n, ar, ar/ag sowie gue nachgewiesen.
Laut RABEDER (1981) können die durch Zusammenfassung der Morphotypen rekonstruierbaren "morphogenetischen Reihen" oder Muster nur zum Teil die Phylogenie wiedergeben. Eine Interpretation muß dies berücksichtigen.
Abb.46 zeigt die prozentuale Verteilung der Morphotypen für die Fundstellen Hunas und Zoclithenhöhle. Aus dem Fuchsenloch lagen keine dritten oberen Molaren vor.
Der Aufstellung ist zu entnehmen, daß in allen Fundbereichen Vertreter der ar-Reihe häufiger auftreten, als Mitglieder der g-Reihe. Der Typ niv konnte in jeweils geringer Anzahl für das Guloloch und die Wolfsschlucht nachgewiesen werden.

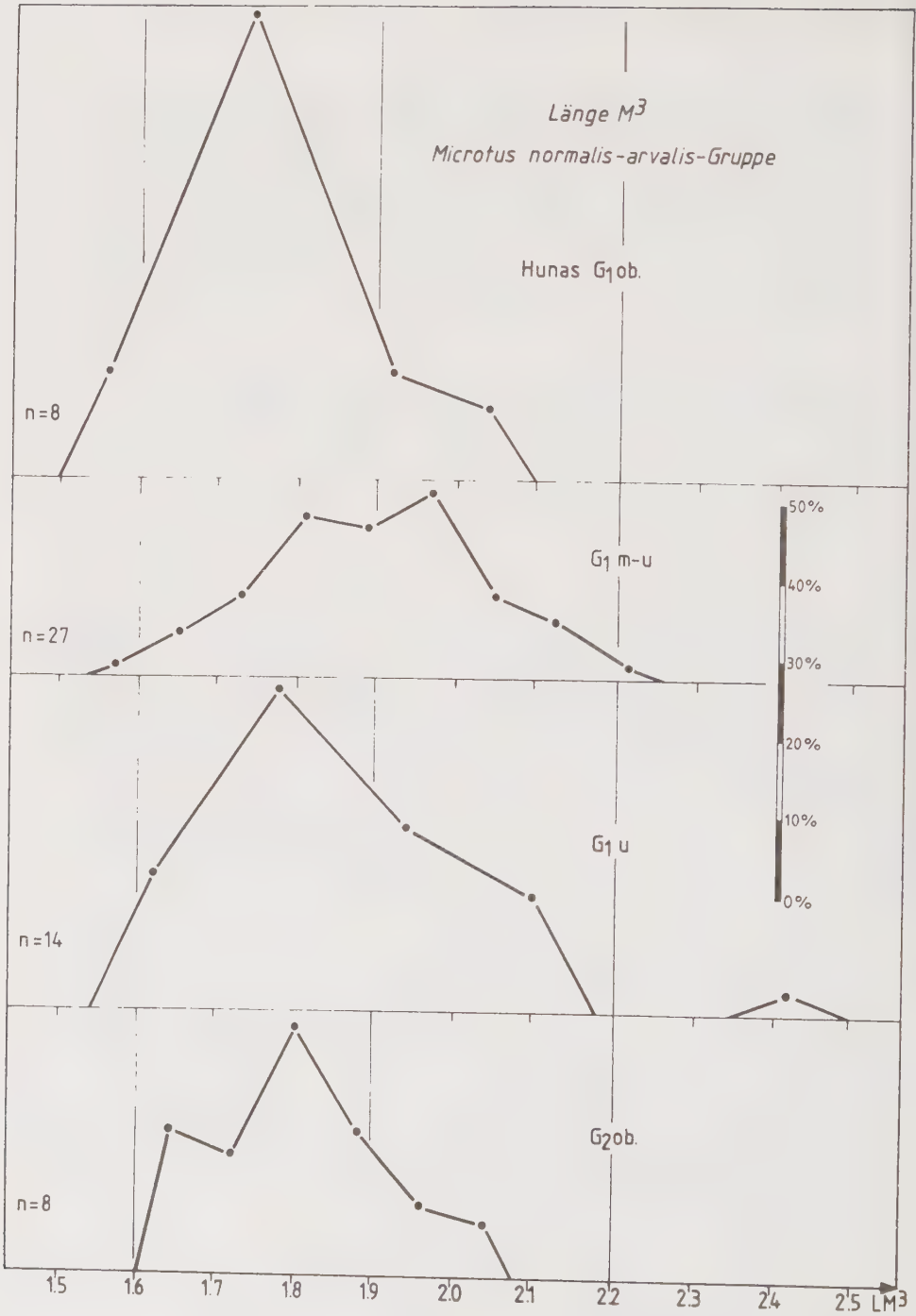

Länge M3
Microtus normalis-arvalis-Gruppe
Hunas G1ob.
n=8
G1 m-u
n=27
G1 u
n=14
G2ob.
n=8
50%
40%
30%
20%
10%
0%
1.5
1.6
1.7
1.8
1.9
2.0
2.1
2.2
2.3
2.4
2.5 LM3

Abb.44

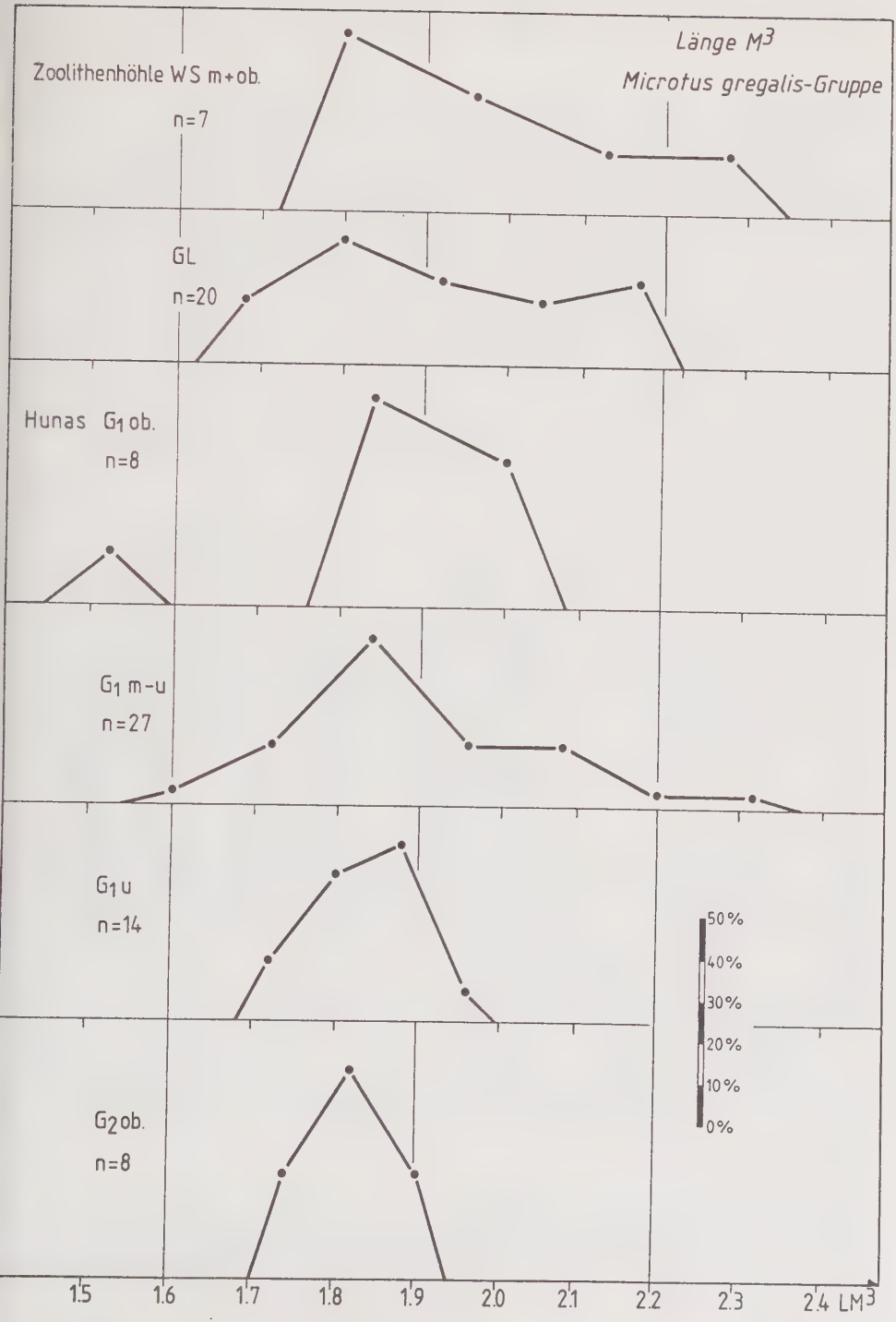

Länge M3
Microtus gregalis-Gruppe
Zoolithenhöhle WS m+ob.
n=7
GL
n=20
Hunas G1 ob.
n=8
G1 m-u
n=27
G1 u
n=14
G2 ob.
n=8
50%
40%
30%
20%
10%
0%
1.5
1.6
1.7
1.8
1.9
2.0
2.1
2.2
2.3
2.4 LM3

Abb.45

Hunas

Im Vergleich zu der ar-Reihe sind Molaren, die der g-Reihe angehören durchwegs seltener. Von G2 oben über G1 u und G1 m-u ist zunächst bei den Vertretern der g-Reihe eine quantitative Zunahme der "fortschrittlicheren" gue/oec-Varianten zu verzeichnen, im Gegensatz zum Typ g. In G1 oben allerdings liegen g- und gue/oec-Formen zu gleichen Anteilen vor. Dies bedeutet eine Zunahme der einfacheren Varianten.

Als ursprünglichste Vertreter der ar-Reihe kommen m-Formen vor, allerdings nur in G2 oben, G1 u und G1 m-u. Ebenfalls auf diese Einheiten beschränkt sind ag-Formen, die in unserem Material am weitesten fortgeschrittenen Varianten der ar-Reihe. Die häufigsten Morphotypen n und ar kommen in unterschiedlichen Anteilen von G2 ob bis G1 ob vor.

Allgemein kann demnach eine geringfügige Zunahme der g-Reihe innerhalb Hunas beobachtet werden, wobei zunächst (in G1 u und G1 m-u) "modernere" gue- und oec-Varianten, in G1 ob aber "einfachere" g-Formen überwiegen.

Im ar-Formenkreis ist ebenfalls im Bereich G1 ob das Verhältnis von n- zu ar-Formen zugunsten der einfacheren n-Varianten verschoben (vgl. Abb.46).

Die Variante m tritt nur bis in den Bereich G1 m-u auf.

Zoolithenhöhle

Wie in Hunas sind Vertreter der g-Reihe seltener als die der ar-Reihe. Daß jeweils im Guloloch innerhalb der beiden Reihen die einfacheren Muster (g und n) in höheren Anteilen als in der Wolfsschlucht vorliegen, kann möglicherweise auf eine Zeitdiskrepanz zwischen den beiden Ablagerungen sprechen, zumal auch nur aus dem Guloloch (zu einem geringen Anteil) m-Formen vorkommen.

In beiden Fällen konnten auch einige niv-Varianten beobachtet werden, die möglicherweise kühleres Klima anzeigen. Eine Überbewertung darf allerdings wegen der geringen Materialmenge nicht vorgenommen werden.

5.4.3. Résumé

Aus dem Verteilungsdiagramm (Abb.46) sowie den Abbildungen der Taf. XLII-LII wird ersichtlich, daß ein Nebeneinander von morphologischen

Varianten zu beobachten ist, die möglicherweise unterschiedlichen Evolutionshöhen zugeordnet werden können. Dies kann als Ausdruck für "Mosaikentwicklung" angesehen werden.
Im untersuchten Material sind allerdings ursprünglichere Typen wie beispielsweise simplex oder praeoeconomus nicht mehr vertreten, wodurch sich der höhere Entwicklungsstand gegenüber älteren Faunen (siehe RABEDER 1981) dokumentiert.
Die höheren Anteile der n- und m- Formen in Hunas, verglichen mit den ar-Typen, können als ein niedrigerer Entwicklungsstand der Formen gegenüber solchen aus der Zoolithenhöhle aufgefaßt werden.

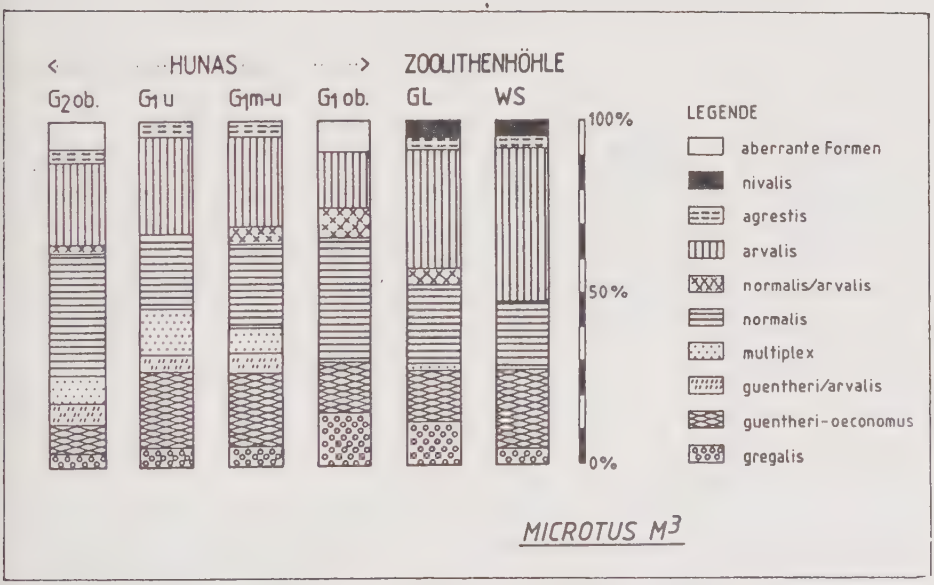


Abb.46

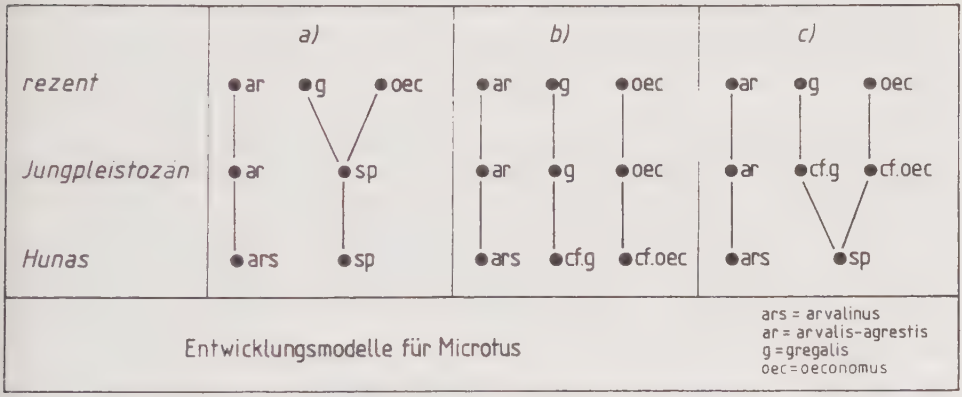
5.5. Taxonomie

Wie Rezentuntersuchungen an Molaren von Microtus zeigen, können bei einer bestimmten Art zwar unterschiedliche Morphotypen auftreten (Polymorphie, siehe ANGERMANN 1974,1984), am häufigsten kommen diese Arten jedoch in ihrer Normalform vor. Anhand der quantitativen Verteilung von Morphotypen ist somit im fossilen Bereich mit hoher Wahrscheinlichkeit der Nachweis für das Auftreten einer Art dann gegeben, wenn gehäuft die Normalformen und die morphologischen Varianten auftreten, welche in den Variationsbereich fallen.
Durch die Bearbeitung der Microtusmolaren wird erkennbar, daß in allen untersuchten Fundstellen gleichzeitig mehrere Arten der Gattung Microtus vorhanden sind. Die durchgeführte Morphotypenanalyse zeigt für Hunas ein sehr breites Spektrum an Varianten. Sie liegen als morphologische Typen (z.B. ar,ag,g etc.) vor, sowie als Übergangsformen (z.B. ar/ag,ar/g,m/g etc.).
Im Gegensatz dazu treten bei den jüngeren Fundstellen weniger solcher Typen und Übergangsformen auf (vgl. Abb.42).
Da auch die ursprünglicheren Varianten (roi,h/sm,goi) auf die Fundstelle Hunas beschränkt sind, ist zu schließen, daß in Hunas noch nicht die Evolutionshöhe erreicht war, wie sie für das Fuchsenloch oder für die Zoolithenhöhle charakteristisch ist. Die morphologischen Typen waren während der Hunaszeit noch nicht in der gleichen Form ausgeprägt, wie während des Jungpleistozäns und später.

Die M_1-Varianten der arvalis-Gruppe (s.o.) aus Hunas werden hier als M.arvalinus bezeichnet, da sie noch nicht so hoch evoluiert sind, wie M.arvalis jüngerer Fundstellen.
Für ein niedrigeres Evolutionsniveau in Hunas spricht auch die Tatsache, daß bei den oberen M3 innerhalb der arvalis-Reihe der Morphotyp normalis häufiger auftritt als das z.B. in der Zoolithenhöhle der Fall ist.
Die übrigen M_1-Varianten können als M.cf.gregalis mit den Typen g und goi angesprochen werden, sowie als M.cf.oeconomus mit den Formen m, gud, r und evtl.niv. Der Morphotyp niv liegt aus Hunas in nur geringer Anzahl vor; dabei sind diese Molaren nicht sehr groß und könnten daher auch zu M.cf.oeconomus gestellt werden, wie auch nach ANGERMANN (1984) bei der rezenten M.oeconomus nivalis-Formen auftreten können.

Für die gregalis- wie auch für die oeconomus-Reihe (von M_1) sind im Oberkiefer die M3 der oeconomus-Reihe bezeichnend (siehe RABEDER 1981). Die M_1-Varianten goi, g, m, gud, r, evtl. niv aus Hunas könnten, da eine deutliche Trennung, wie sie durch die verbindenden morphologischen Varianten belegt werden kann, ebenso als eine einzige Gruppe (M.sp.) geführt werden. Ein "sich Herauskristallisieren" der späteren Arten ist dann erst für das Jungpleistozän anzunehmen.

Es können folgende Entwicklungsmodelle entworfen werden:



Entwicklungsmodelle für Microtus

Anm.: sp = M. sp.

Abb.47

6. Die Gattung Clethrionomys

6.1. Zahnmorphologie

Die Zähne von Clethrionomys bilden im Gegensatz zu den bisher behandelten Molaren Wurzeln aus. Dadurch werden die Formvarianten, welche sich im Kauflächenbild zeigen, durch das jeweilige Abkaustadium und damit durch das individuelle Alter der Tiere überlagert.
Material dieser Gattung konnte aus Hunas und aus der Zoolithenhöhle untersucht werden. Alle Exemplare können der Gruppe glareolus zugeordnet werden.
Die Anzahl der Syn- und Antiklinalen ist bei M_1 konstant, Unterschiede betreffen die Ausformungsgrade besonders im Anteroconidbereich.
Grundsätzlich ist die Provergenz der Buccalsynklinalen deutlicher ausgeprägt als die der Lingualsynklinalen. Die buccalen Dentinfelder sind dadurch schräg nach hinten gerichtet. Die lingualen Dentindreiecke sind mehr oder weniger senkrecht zur Zahnlängsachse angeordnet. Die Anzahl der geschlossenen Dentindreiecke schwankt aufgrund der Variabilität der Synklinalen, welche sich auch im mittleren und hinteren Zahnabschnitt auswirkt. Molaren mit geringem Abkaustadium zeigen eine Konfluenz der Triangel.
Die dritten oberen Molaren weisen unterschiedliche Erscheinungsbilder auf, die durch verschieden ausgeprägte Syn- und Antiklinalen hervorgerufen werden. Der Bereich der Hinterkappe variiert dabei besonders stark.

6.1.1. M_1-Morphotypen der einzelnen Fundstellen

Hunas (Taf.LVI)

Die Konfluenz der Triangel zeigt sich bei ontogenetisch jüngeren Exemplaren (Taf.LVI/2,3,7,8) und bei Molaren, bei denen durch relativ geringes Einschneiden der Synklinalen eine Überlappung der lingualen und buccalen Einbuchtungen nicht möglich ist (Taf.LVI/4,5,6, 20).
Der Grad der Provergenz, insbesondere der Sl 3, läßt sich laut RABEDER (1981) als Hinweis auf die Entwicklungshöhe bei Clethrionomys werten. Die drei Formen hintonianus, acrorhiza und glareolus (vgl.

RABEDER 1981, S.246) zeigen in der genannten Reihenfolge u.a. eine zunehmende Provergenz.
Das Material aus Hunas läßt Morphotypen erkennen, bei denen Sl 3 noch deutlich äquilateral gebildet ist und damit noch nicht stark einschneidet (Typ hintonianus). Weiter kommen bei geringfügiger Provergenz der Sl 3 auch Formen des Typs acrorhiza vor und daneben glareolus-Muster mit ausgeprägt provergenter Sl 3.
Die Vorderkappe ist meist mit einer deutlichen Ab 4 versehen, während Al 5 dagegen verrundet ist. Vergleichsweise selten sind Ab 4 und Al 5 ähnlich stark ausgeprägt (Taf.LVI/14,17). Das deutlichere Hervortreten der Al 5 ist nur dann möglich, wenn Sl 4 sich der Provergenz der Sb 3 angleicht. Die Abhängigkeit der Syn- und Antiklinalformen kommt hier deutlich zum Ausdruck.
Auch die von NADACHOWSKI (1982, S.43,44) unterschiedenen Morphotypen zeigen unterschiedliche Provergenzgrade; dort werden allerdings die Trennungen der Triangel, bzw. deren Konfluenz in erster Linie zur Charakterisierung herangezogen.
Insgesamt zeigen sich bei Clethrionomys nach Synklinalformen unterscheidbare Entwicklungshöhen (siehe Taf.LVI, Längenmaße vgl. Abb.48).

Zoolithenhöhle (Taf.LVII)

Das Material aus der Zoolithenhöhle zeigt im Durchschnitt größere Werte für die Gesamtlänge des M_1, verglichen mit den Funden aus Hunas (Abb.48). Es treten häufiger als in Hunas morphologische Varianten auf, deren Kauflächenbild durch deutliche Provergenz der Synklinalen gekennzeichnet ist. Der von RABEDER (1981) als graleolus bezeichnete Typ kommt in dem Material der Zoolithenhöhle häufiger als in Hunas vor. Daneben zeigen sich allerdings auch Varianten des Typs hintonianus (Taf.LVII/8,19,24) sowie des Typs acrorhiza (Taf.LVII/2, 3,9). Am häufigsten sind hier glareolus-Formen, deren linguale sowie buccale Synklinalen deutlich provergent ausgebildet sind.
Auch hier lassen die Vorderkappen eine deutliche Betonung der Buccalseite erkennen. Meist ist die Sb 3 wesentlich deutlicher ausgeprägt als die Sl 4.

Résumé

Ein Vergleich der M_1 aus Hunas mit den Funden aus der Zoolithenhöhle zeigt, daß bei der Gattung Clethrionomys die Gesamtlänge der Mo-

laren aus Hunas niedriger ist. Ferner liegen in Hunas weniger Molaren mit ausgeprägtem glareolus-Muster vor.
Dies kann als Ausdruck verschiedener Evolutionsniveaus gedeutet werden, was durch die unterschiedlich alten Fundstellen bedingt sein kann (vgl.Tab.1; GROISS 1979,1983).

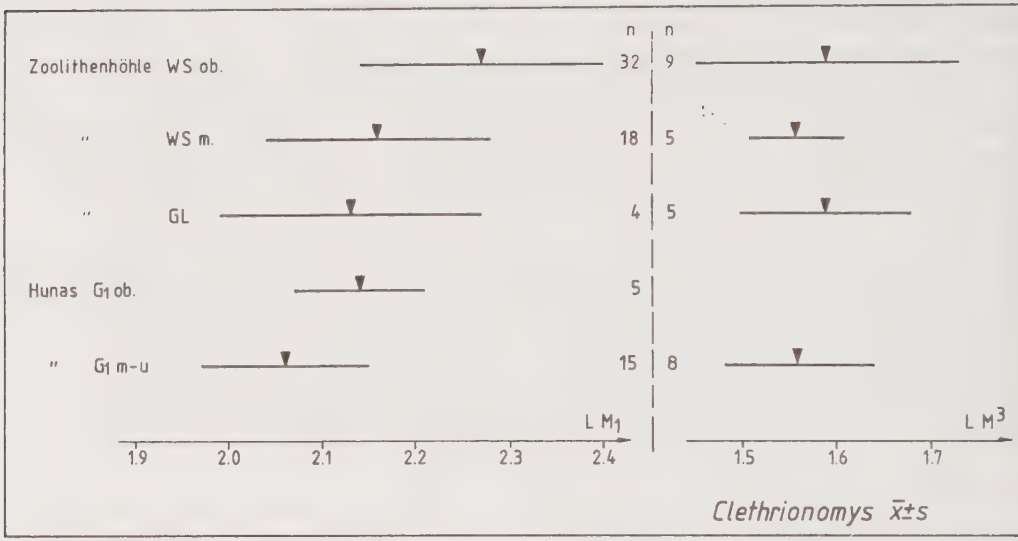


Abb.48

6.1.2. M^3-Morphotypen

Der M^3 variiert bei Clethrionomys in weit größerem Maße als der M_1. Die Formunterschiede sind jedoch bei dieser Gattung nicht so erheblich wie z.B. bei Microtus.
Beim oberen M3 von Clethrionomys sind nicht nur die Verbindungen de Triangel untereinander verschieden (offene ind geschlossene Dentindreiecke), sondern auch die Anzahl von Syn- und Antiklinalen ist variabel.
Unterschiedliche Morphotypen wurden bei RABEDER (1981, S.252) abgebildet und beschrieben. Nach dieser Aufteilung kommen in dem hier untersuchten Material die Varianten clethrio-simplex, hintonianus, clethrio-gregalis, clethrio-normalis sowie clethrio-multiplex vor.

clethrio-simplex (Taf.LVIII/15)
Lingual sind die Synklinalen Sl 2 und Sl 3 deutlich; Sl 4 ist nur flach ausgebildet. Buccal treten drei Synklinalen deutlich hervor, wobei Sb 1 und Sb 2 weitaus markanter sind als Sb 3, die meist nur eine flache Eintiefung darstellt.

hintonianus (Taf.LVIII/16)
Durch das Auftreten einer kleinen Kante (Ab 4) unterscheidet sich diese Variante vom Morphotyp clethrio-simplex.

clethrio-gregalis (Taf.LVIII/7-14,18,26,27)
In ihrer Gestaltung zeigen diese Formen starke Ähnlichkeiten mit dem Typ clethrio-multiplex. Buccal ist bei clethrio-gregalis im Gegensatz zu clethrio-multiplex aber eine deutliche Ab 4 vorhanden, die durch Sb 3 und Sb 4 begrenzt wird. Eine Verstärkung dieser Kante (Ab 4) kann durch zunehmende Vertiefung der Sb 3 hervorgerufen werden (Taf.LVIII/11-14).

clethrio-normalis (Taf.LVIII/5,6,22-25)
Die Buccalseite des Posteroconidkomplexes ist vergleichbar mit der des Typs clethrio-multiplex. Sl 4 wird in Form und Tiefe den übrigen Lingualsynklinalen (Sl 2,Sl 3) sehr ähnlich, d.h. tief und postvergent. Fig.22 und 23 (Taf.LVIII) zeigen deutliche Postvergenz, bei allerdings nur geringfügigem Einschneiden der Synklinale; damit weichen sie von der Form clethrio-multiplex ab, die offene Form der Sl 4 zeigt.

clethrio-multiplex (Taf.LVIII/1-3,19,20)
Sl 4 zeigt verschiedene Ausbildungsgrade, von seicht bis deutlich eingetieft. Durch zunehmende Postvergenz und weitere Vertiefung dieser Synklinale zeigen sich morphologische Zusammenhänge zum Typ clethrio-normalis (Taf.LVIII/4,21,22).

6.1.3. M^3-Morphotypen und ihre Verteilung in den Fundstellen

Die wenigen Funde aus Hunas zeigen die Formen clethrio-multiplex, clethrio-normalis und clethrio-gregalis zu jeweils gleichen Anteilen. Aus dem Guloloch konnten nur clethrio-gregalis-Varianten (mit verlängerter Hinterkappe) beobachtet werden, während aus der Wolfsschlucht die Formen clethrio-simplex, -multiplex, -normalis und -gregalis vorlagen. Damit weist das Material aus der Wolfsschlucht eine höhere Diversität der M^3 von Clethrionomys auf.

Die Formen clethrio-simplex und hintonianus weisen in morphologischem Sinn zwar einen niedrigeren Entwicklungsstand auf, da sie aber auch rezent vorkommen können (RABEDER 1981) und aus dem Material der Zoolithenhöhle mit nur jeweils einem Exemplar belegt sind, darf ihnen kein großer Aussagewert bzgl. der Altersstellung zugeschrieben werden.
Das Material aus Hunas zeigt in Bezug auf Clethrionomys schon eine Höherentwicklung innerhalb dieser Gattung. Dieses Evolutionsniveau wies schon RABEDER (1981) für die Funde aus Hundsheim (Tarkoeium, unteres Epipleistozän) nach, womit hier alle Funde als glareolus angesprochen werden können, wie auch HELLER (1983) für den größten Teil der Funde von Clethrionomys aus Hunas verfuhr.

6.2. Résumé

Die Rötelmaus ist heute in fast ganz Europa verbreitet und tritt vorwiegend in bewaldeten Zonen auf.
Auch innerhalb des Pleistozäns lebte sie (zeitweise) in diesem geographischen Bereich (vgl. NADACHOWSKI 1982); meist wird ihr Vorkommen in fossilen Faunen mit wärmeren klimatischen Bedingungen in Zusammenhang gebracht. Sie dient somit auch als ökologischer Indikator. Dabei ist der mengenmäßige Anteil von Clethrionomys glareolus in einer Fauna von Bedeutung.
Für das Material aus Hunas zeigt sich, daß das Auftreten von C.glareolus in G1 und G2 nicht allzu häufig ist, verglichen mit den Funden von Arvicola und Microtus. Relativ häufiger ist demgegenüber ihr Vorhandensein in der Zoolithenhöhle.
Alle untersuchten Exemplare von C.glareolus treten in dem gesamten bearbeiteten Material ohne große morphologische Unterschiede auf. Metrisch läßt sich eine geringfügige Größenzunahme von den Funden aus Hunas zu denjenigen der Zoolithenhöhle feststellen. Diese Größenunterschiede können aber auch durch ökologische Faktoren verursacht sein.

7. Die Gattung Lemmus

7.1. Zahnmorphologie

Material der Gattung Lemmus konnte in einiger Anzahl aus der Zoolithenhöhle untersucht werden. Aus der Fundstelle Hunas liegen ververhältnismäßig wenige Zähne vor (siehe auch HELLER 1983).
Lemmus-Molaren sind aufgrund ihres "kantigen" Kauflächenbildes leicht zu identifizieren. Wie bei Arvicola schließt sich nach einem Hinterlobus und drei alternierend angeordneten Dentindreiecken im unteren M1 ein Anteroconidkomplex an. Auch hier ist der Vorderlobus der variabelste Zahnabschnitt.
Die Zähne sind wurzellos und zeigen in den Synklinalen starke Zementfüllungen.
Schmelzunterbrechungen treten an allen Antiklinalspitzen sowie im mesialen Bereich der Vordekappe auf.

7.1.1. M_1-Morphotypen der einzelnen Fundstellen

Guloloch (Zoolithenhöhle)
Die Funde aus dem Guloloch sind in Taf.LIII abgebildet und zeigen, daß durch Überlagerung der lingualen und der buccalen Synklinalen die Triangel T 1-3 deutlich getrennt sind. Die Trennung zum Vorderlobus, wie auch zum Hinterlobus ist in allen Fällen vollständig.
Die Form der Sl 3 ist wenig provergent und weit. Das Material läßt nicht erkennen, ob durch zunehmende Eintiefung dieser Synklinale T 4 sich abzutrennen beginnt.
Eine höhere Variabilität weisen die Synklinalen Sb 3 und Sl 4 auf. Sie können flach eingetieft sein (Taf.LIII/1) -der Vorderlobus ist dann meist kurz-, oder aber eine zunehmende Eintiefung bei meist gleichzeitiger Verlängerung der Vorderkappe aufweisen (Taf.LIII/5-8).
Eine weitere Vertiefung der Synklinalen führt dann zunehmend zu einer seitlichen Öffnung von Sb 3 und Sl 4. Dies kann zum Absetzen eines kleinen "Kopfes" führen (Taf.LIII/8-12).

Wolfsschlucht (Zoolithenhöhle)
Der Anteroconidkomplex ist auch bei dem Material aus der Wolfsschlucht unterschiedlich gestaltet. Es kommt dabei allerdings nicht zur Abschnürung von T 4, auch wenn in einigen Fällen Sl 3 tiefer einschneiden kann (Taf.LIV/7,10,11).

Zwei Exemplare zeigen ein relativ breites Mesialende (Taf.LIV/3,4). Grundsätzlich herrschen aber ähnliche Formen wie im Guloloch vor, d.h. Sl 3 und Sl 4 können flach bis mäßig eingetieft sein. Zur Bildung eines kleinen Kopfes (s.o.) kommt es allerdings nicht.

Zusammenfassend zeigt das nicht sehr umfangreiche Material, daß Lemmus in Bezug auf die Ausformung des unteren M1 keinen großen Schwankungen unterworfen ist. Die Variationsbreite ist hier also gering und liegt weit unter derjenigen aller übrigen behandelten M_1 anderer Gattungen. Morphologisch sind kaum Unterschiede zu dem abgebildeten Material bei NADACHOWSKI (1982) festzustellen. In seiner Bewertung der Merkmale steht wieder die Antiklinalbildung und hier wieder die Synklinalbildung im Vordergrund (s.o.).

7.1.2. M^3- Morphotypen

Auch die oberen M3 sind vergleichsweise formkonstant (vgl. Taf.LV). Eine Trennung von T 3 und T 4 wird nicht vollzogen, wenn auch die Verbindung dieser beiden Triangel geringfügig enger werden kann. Die Synklinalen der Hinterkappe sind nur geringen Schwankungen unterworfen, nur in einem Fall (Taf.LV/10) fehlt die buccale Synklinale, der entsprechende Zahnabschnitt ist dort schmelzfrei.
Wie bei M_1 sind auch bei M^3 an allen Antiklinalen die Schmelzbänder grundsätzlich unterbrochen (Ausnahme, Taf.LV/15).
Allgemein können wieder äquilateral und postvergent gebildete Synklinalformen unterschieden werden, die jedoch nicht die hohe Variabilität der Gattungen Microtus, Clethrionomys oder auch Arvicola erreichen. Durch einen starken seitlichen Versatz der Synklinalen Sb 1 und Sl 3 sind die Schneidekanten über die gesamte Zahnbreite ausgedehnt, eine Steigerung der Effizienz kann hier durch eine Verlängerung nicht mehr erreicht werden. Nur die beiden mittleren Synklinalen könnten theoretisch durch Überschneidung oder gegenseitige Überlappung verlängert werden, womit allerdings eine Verlängerung des Zahnes verbunden sein müßte.

7.2. Résumé

Sowohl aus dem Guloloch, wie auch aus der Wolfsschlucht zeigt das Lemmus-Material für M_1 und M^3 jeweils ähnliche Formvarianten.

Die Variationsbreite ist dabei nicht erheblich. Metrisch (vgl.Abb. 49) läßt sich eine Größenzunahme für Funde aus der Wolfsschlucht im Vergleich zu dem Material aus dem Guloloch feststellen.
Als heutiger Bewohner des Nordens wird Lemmus lemmus für den Zeitraum des Quartärs allgemein mit kühleren Klimaten in Verbindung gebracht; sein Vorhandensein in pleistozänen Faunen kann damit bei ökologischen Interpretationen von Bedeutung sein.
Definitive Unterscheidungsmöglichkeiten zwischen dem mir vorliegenden Fossilmaterial und rezenten Formen liegen hier nicht vor.

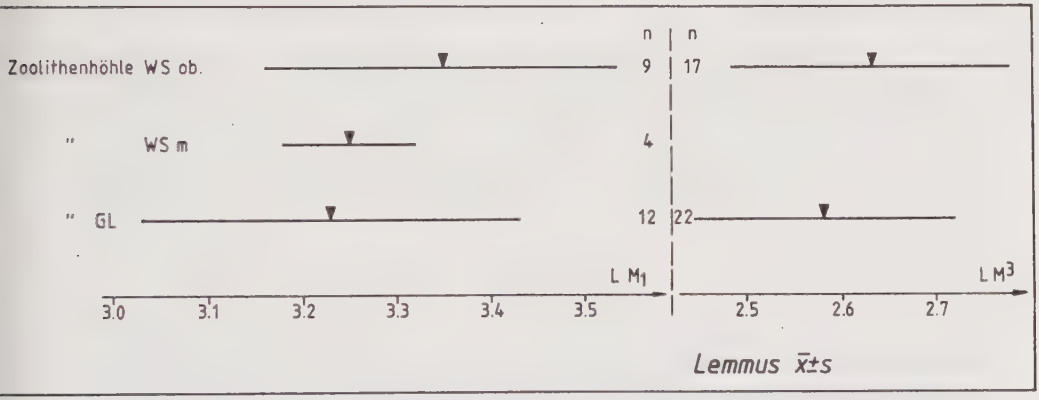


Abb.49

8. Die Gattung Dicrostonyx

Neben Lemmus tritt in der Zoolithenhöhle auch Dicrostonyx auf. Die wenigen Exemplare zeigen deutliche Größenunterschiede. Die Gesamtlänge des M_1 schwankt zwischen 3.13 und 3.89 mm, der Mittelwert liegt bei 3.53 mm. Die drei meßbaren M^3 weisen Längen von 2.33, 2.58 und 2.62 mm auf.
Die Molaren sind wie bei Lemmus an allen Antiklinalspitzen schmelzfrei; in ihren Synklinalen findet sich kein Zement.

8.1. M_1-Morphotypen

Nach dem Hinterlobus schließen sich sieben Dentindreiecke an, die sich in Form und Größe sehr stark gleichen. Es folgt eine relativ kurze Vorderkappe mit zwei seichten Eintiefungen von Sl 6 und Sb 5. Die Konfluenz der Triangel T 8 und T 9 kann durch Einschneiden der Sl 5 leicht eingeschränkt sein, eine Abtrennung des T 8 kann hier nicht beobachtet werden.
NADACHOWSKI (1982) konnte innerhalb des von ihm bearbeiteten Materials verschiedene morphologische Varianten unterscheiden. Nach seiner Morphotypenanalyse entsprechen die hier auftretenden Formen dem Morphotyp E, der laut NADACHOWSKI in den von ihm untersuchten verschiedenen Fundeinheiten vom Lower Pleniglacial bis Holocene die jeweils dominante Formvariante darstellt.
Nach NADACHOWSKIS Angaben können die hier vorliegenden Funde der Art gulielmi zugeordnet werden (siehe Taf.LIX).

8.2. M^3-Morphotypen

Die oberen M3 haben vier geschlossene Dentindreiecke, an die sich ein mehr oder weniger "dreieckiger" Hinterlobus anschließt. Zwei Exemplare (Taf.LIX/7,10) tragen eine vergleichsweise kurze Hinterkappe mit postvergenter Sl 4, die aber nicht das Niveau von Sl 2 und Sl 3 erreicht. Im Gegensatz dazu zeigen die beiden anderen Exemplare (Taf.LIX/8,9) eine Angleichung der Sl 4 an Sl 2 und Sl 3 bei leicht verlängerter Hinterkappe; auch für ihre Gesamtlänge ergeben sich größere Werte. NADACHOWSKIS Morphotyp F2 kann mit unseren Formen Taf.LIX/7,10 verglichen werden, sein Typ C4 ähnelt den Varianten Taf.LIX/8,9 (siehe NADACHOWSKI 1982, S.30).

Trotz der hier vorliegenden geringen Unterschiede dieser Varianten würde ich die in Fig. 7 und 10 (Taf.LIX) dargestellten Formen als morphologische Vorstufen der Varianten Fig. 8 und 9 (Taf.LIX) halten. Ein Zusammenhang würde somit anders vermutet als bei NADACHOWSKI. Ein ebenfalls bei NADACHOWSKI aufgeführter Vergleich mit den bei AGADZHANIAN (1973) unterschiedenen Typen läßt das hier vorliegende Material der M^3 mit den morphologischen Varianten I-II (siehe NADACHOWSKI 1982, S.36) in Verbindung bringen, die gleichbedeutend mit den Varianten C-G NADACHOWSKIS sein sollen.

8.3. M^1- Morphologie

Ein einziger M^1 von Dicrostonyx lag aus der Zoolithenhöhle vor (WS oben). Nach einem Vorderlobus zeigt er vier gut ausgebildete Dentindreiecke, die lingual und buccal von jeweils gleichförmigen Synklinalen begrenzt werden. Al 4 ist dabei deutlich kräftiger entwickelt als Ab 4, die als "Quetschfalte" ausgebildet ist und durch Überlagerung von Sl 3 und Sb 3 hervorgerufen wird (Fig.11, Taf.LIX); die Zahnlänge beträgt 2.4mm.

8.4. Résumé

Die vorliegenden wenigen Molaren sind gleichförmig gebaut. Morphologische Unterschiede sind im Gegensatz zu den metrischen gering. Wegen der nur sehr wenigen Funde muß von weiterreichenden Interpretationen abgesehen werden.

9. Ergebnisse

9.1. Biostratigraphie

Insbesondere durch die Untersuchungen der Gattung Arvicola, aber auch durch die Gattung Microtus ergab sich für die Fundstelle Hunas höheres Alter, als für die übrigen hier bearbeiteten jungpleistozänen Komplexe. Es läßt sich anhand mehrerer Merkmale (Zahngröße, Zahnmorphologie, Zahnschmelz, s.o.) nachweisen, daß Arvicola aus Hunas zwischen den Arten A.cantiana und A.terrestris einzuordnen ist; die Ablagerungen aus Hunas weisen damit auf mittelpleistozänes Alter.
Auch das Absolutdatum, das für Hunas vorliegt und mit 2.6×10^5 a angegeben wird (siehe BRUNNACKER 1983), läßt eine solche zeitliche Einstufung zu. Datiert wurde allerdings eine Probe,die unterhalb des Niveaus liegt, aus dem die Fossilfunde stammen, d.h. die untersuchten Fossilien könnten damit annähernd gleichaltrig, oder jünger sein.
Gestützt wird die Einstufung in das Mittelpleistozän auch durch die Untersuchungen HELLERS (1966,1983), der bei den Ursiden aus Hunas einen relativ primitiven Charakter feststellte. Vergleiche mit dem älteren U.deningeri aus Scharzfeld und aus den Mosbacher Sanden lassen noch deutliche Ähnlichkeiten zwischen U.deningeri und den Bären aus Hunas erkennen. Wenn HELLER (1983) zusammenfassend die hunaser Bären dann doch als U.spelaeus bezeichnete, so immer mit dem Hinweis, daß sie eine deutlich niedrigere Evolutionshöhe aufweisen, als jungpleistozäne Funde.
Auch nach RABEDER (1985) erweisen sich die Funde der Gattung Ursus aus Hunas als primitiver als die mit einem Alter von 112 000 a datierten Bären aus der Herdengelhöhle, wodurch die Fauna aus Hunas in das Mittelpleistozän zu stellen ist.
Die Datierung, die anhand faunistischer Untersuchungen für Hunas vorgenommen wurde (GROISS 1983) gründete sich schließlich darauf, daß nach Angaben HELLERS (1983) U.spelaeus vorlag, woraufhin die Fundstelle in das ausgehende Riß gestellt wurde.

Die Bearbeitung der Kleinsäugerfunde aus den Fundstellen Weinberghöhle (Nagerschicht C), Fuchsenloch (C und D), Ranis, Zoolithenhöhle (Guloloch und Wolfsschlucht) und Nikolaushöhle bestätigen die Zuordnung (s.o.) in das Jungpleistozän (Würm).

9.2. Palökologie

Die Anpassung der unterschiedlichen Arten an bestimmte Lebensbereiche oder Biotope kann durch Untersuchungen an rezentem Material nachgewiesen werden. Fossile Belege zeigen, daß für die pleistozänen Vorfahren weitgehend ähnliche Bedingungen angenommen werden dürfen, wie für ihre rezenten Vertreter. So können zumindest u.U. für den Fossilbereich -insbesondere mit Hilfe quantitativer Analysen- Aussagen über die klimatischen bzw. ökologischen Verhältnisse gemacht werden. Die untersuchten Arten werden mit unten aufgeführten Biotopansprüchen bzw. Klimaverhältnissen in Verbindung gebracht, Die Zusammenstellung erfolgte nach Angaben folgender Autoren:

BISHOP 1982,
v.KOENIGSWALD 1974, 1975 (STAMPFLI ed.),
v.KOENIGSWALD & RÄHLE 1975,
KOWALSKI 1966,
NADACHOWSKI 1982,
STORCH 1969, 1974.

Arvicola terrestris: meist an offener Wasserfläche, dort mit semiaquatischer Lebensweise, aber auch in trockenen Gebieten; zeigt große ökologische Valenz (Ubiquist).

Arvicola sapidus: fast ausschließlich an offenen Wasserflächen, mit semiaquatischer Lebensweise; rezent nur in Westeuropa.

Microtus arvalis: Bewohner offener Steppen, heute in Kulturlandschaften häufig.

Microtus agrestis: Lebensbereiche sind Felder, Buschlandschaft und feuchte Wiesen.

Microtus arvalis-agrestis: im Fossilbereich sind beide Arten nicht exakt trennbar; wird in Zusammenhang mit offenen Landschaftsformen gesehen.
Ist M.arvalis-agrestis im Verhältnis zu M.gregalis sehr häufig, kann mit besseren klimatischen Bedingungen gerechnet werden.

Microtus oeconomus: Wald- und Tundrenbewohner, kommt in feuchten bis nassen, gedeckten Biotopen vor (Flußtäler). Gemeinsames Auftreten mit Arvicola spricht für Wassernähe.

Microtus gregalis: gilt als ausgesprochenes Steppentier, bewohnt heute Tundra und Waldsteppe.

Microtus nivalis: heute in gebirgigen Regionen, kaltzeitlich.

Clethrionomys: in bewaldeten Gebieten und Buschzonen, meist in wärmeren Phasen des Würm vorkommend.

Dicrostonyx: Tundrenbewohner, gilt als kaltzeitliches Element.

Lemmus: bewohnt Tundra, Wald-Tundra und Taiga, auch in gebirgigen Regionen, meidet aber steinige, vegetationslose Bereiche, gilt als arktisches Element. Bis Mittelpleistozän in gemäßigten Zonen, im oberen Pleistozän in kalten Bereichen.

Aufgrund der verschiedenen Lebensbereiche der einzelnen Arten sind Rückschlüsse auch auf klimatische Bedingungen möglich, wenn genügend Material zur quantitativen Analyse vorhanden ist.

Anhand der unterschiedlichen Anteile verschiedener Gruppen lassen sich für die hier bearbeiteten fossilen Fundstellen folgende Ergebnisse ableiten:
Die bei der Gattung Arvicola festgestellten Größenunterschiede der Molaren, welche sich für die unterschiedlichen Fundkomplexe ergaben, können nicht allein dadurch hervorgerufen werden, daß es im Laufe der Entwicklung bei Arvicola zur Vergrößerung -in erster Linie zur Verlängerung- der Molaren kommt; ein weiterer Faktor kann das Klima darstellen. So deuten z.B. nach v.KOENIGSWALD & RÄHLE (1975) höhere Maße bei Arvicola auf kältere Einflüsse hin. Ähnliches gilt auch für die von STORCH (1971) beschriebene Riesenform A.antiquus. Auch durch Bearbeitung von rezentem Material kann eine Beziehung zwischen Körpergröße und Lebensbereich nicht ausgeschlossen werden (s.o. und REICHSTEIN 1982).
Am Beispiel Fuchsenloch kann gezeigt werden, daß ein Zusammenhang zwischen Größenzunahme bei Arvicola von Schicht C zu Schicht D und klimatischer Veränderung (Abkühlung) besteht (s.o.). Die aus diesen Fundkomplexen stammenden Microtus-Formen zeigen ebenfalls eine Änderung an, indem aus Schicht C vorwiegend Vertreter der arvalis-agrestis-Gruppe auftreten, aus Schicht D dagegen die Masse der Microtus-Funde zum gregalis-Formenkreis gestellt werden muß. Ein Vorherrschen von M.arvalis gegenüber M.gregalis kann nach v.KOENIGSWALD (1974) auf bessere klimatische Bedingungen schließen lassen, als im umgekehrten Fall.

Damit kann für das Fuchsenloch von Schicht C zu Schicht D eine deutliche Abkühlung angenommen werden (siehe auch HELLER 1955).
Auf kühleres Klima deuten ebenfalls die Daten, die für die Fundstelle Weinberghöhle vorliegen (vgl. v.KOENIGSWALD 1974), wieder können für Arvicola große Molarenlängen festgestellt werden.

Der evolutiv niedrigere Entwicklungsstand in der Fundstelle Hunas, der sich eindeutig bei Arvicola zeigt, läßt sich auch bei den Microtus-Funden erkennen (s.o.). Die auftretende Fülle der Morphotypen bei Microtus könnte man dahingehend deuten, daß eine "Artentrennung" noch nicht wie in heutiger oder auch jungpleistozäner Zeit bestand. Damit wäre in Hunas ein Stadium wiedergegeben, in welchem sich Biotopanpassungen herausbildeten. Das heißt aber, daß die auftretenden Formen nur im Zusammenhang mit ihrem ökologischen Hintergrund gesehen werden können.
Die Microtus-Funde aus Hunas lassen für den Bereich G2 bis G1 oben eine Zunahme der gregalis-Formen deutlich erkennen (Abb.43). Dies spiegelt offensichtlich eine Änderung der klimatischen und ökologischen Verhältnisse dieses Bereichs wider, was auch schon von GROISS (1983) angenommen wurde, indem er auf abnehmend günstige Lebensbedingungen von G2 zu G1 schloß (Abkühlung, Versteppung).

Anhand der relativ wenigen Kleinsäugerfunde können für die Zoolithenhöhle nur bedingt Aussagen gemacht werden.
Im Gegensatz zu den Funden aus dem Guloloch und aus der Wolfsschlucht oben zeigt sich für den Bereich Wolfsschlucht mitte ein geringerer Anteil an arvalis-Typen und gleichzeitig ein etwas höherer Anteil an ratticeps-, sowie nivalis/gud-Formen (als oeconomus interpretierbar, s.o.). Danach können für die Bereiche WS oben und Guloloch etwas günstigere Bedingungen vermutet werden, als für WS mitte.

Literatur

AGADZHANIAN A.K. (1973): Kopytnye lemingi pleistocena. Nov. Tekt. Nov. Otl. Chelovek, Moskva.

AGADJANIAN A.K. (1983): Eine altertümliche Arvicola (Rodentia, Mammalia) aus dem Mittelpleistozän der Russischen Ebene. Schriftenr. geol. Wiss. Berlin 19/20.

ANGERMANN R. (1974): Die Zahnvariabilität bei Microtinen im Lichte von VAVILOV'S "Gesetz der homologen Serien". Symposium Theriologicum II (1971), Czech. Acad. Sciences, Praha.

.....(1984): Intraspezifische Variabilität der Molarenmuster bei der Nordischen Wühlmaus (Microtus oeconomus PALLAS 1776) (Mammalia, Rodentia, Microtinae). Zool. Abh. Staatl. Mus. Tierkde. 39,9, Dresden.

BINDER H. (1979): Höhlenführer Schwäbische Alb. Hrsg.: Schwäbischer Albverein e.V., Stuttgart, Konrad Theiss Verlag Stuttgart und Aalen.

BISHOP M.J. (1982): The Mammal Fauna of the Early Middle Pleistocene Cavern Infill Site of Westbury-Sub-Mendib Somerset. Spec. Pap. Paleont. 28.

BRUNNER G. (1941): Das große Rohrnloch bei Viehhofen (Mfr.). Z. Karst- und Höhlenkde. Jg. 1941, 1942.

.....(1954): Das Fuchsloch bei Siegmannsbrunn (Ofr.). N. Jb. Geol. Paläontol. Abh. 100, 1, Stuttgart.

CHALINE J. (1972): Les rongeurs du Würmien II de la grotte de l'Hortus (Valflaunes, Herault). Etudes Quarternaires, Mem.1.

FEJFAR O. & HEINRICH W.-D. (1983): Arvicoliden-Sukzession und Biostratigraphie des Oberpliozäns und Quartärs in Europa. Schriftenr. geol. Wiss. Berlin 189/20 (1983) 61-109.

FORSYTH MAJOR C.J. (1876): Nagerüberreste aus den Bohnerzen Süddeutschlands und der Schweiz Paläontographica 22, Neue Folge 2, Cassel.

GROISS J.Th. (1979): Geologische und paläontologische Untersuchungen in der Zoolithenhöhle. Geol. Bl. NO-Bayern, 29, 1, Erlangen.

.....(1983) in: Die Höhlenruine Hunas bei Hartmannshof (Landkreis Nürnberger Land) von Florian Heller. Hrsg.: Freund G., Quartär Bibl. Band 4.

HEINRICH W.-D. (1978): Biometrische Untersuchungen an fossilen Kleinsäugern aus einer jungpleistozänen Deckschichtenfolge über dem interglacialen Travertin von Burgtonna in Thüringen. Quartärpaläontologie 3, 255-268, Berlin 1978.

.....(1978): Zur biometrischen Erfassung eines Evolutionstrends bei Arvicola (Rodentia, Mammalia) aus dem Pleistozän Thüringens. Säugetierk. Inform. H.2, 3-21, Berlin 1978.

.....(1982): Zur Evolution und Biostratigraphie von Arvicola (Rodentia, Mammalia) im Pleistozän Europas. Z. Geol. Wiss., Berlin 10, H. 6, 1982.

HELLER F. (1931/32): Die Wühlmäuse der Mosbacher Sande. Notizbl. d. Vereins f. Erdkde. u. d. Geol. Landesanst. Darmstadt, 1931 u. 1932, V. Folge, 14. H.

.....(1936) Die fossile Mikrofauna der Magdalenien-Schicht in der Nikolaushöhle bei Veringenstadt (Hohenzollern). Sitzungsber. d. Heidelberger Akad. d. Wiss. Mathem. Naturw. Kl. Jg. 1936, 2.

.....(1955): Zur Diluvialfauna des Fuchsenloches bei Siegmannsbrunn, Landkreis Pegnitz. Geol. Bl. NO-Bayern, Bd. 5, H. 2, 49-70.

.....(1963): Ein bedeutsames Quartärprofil in einer Höhlenruine bei Hunas/Hartmannshof (Nördliche Frankenalb). Eiszeitalter und Gegenwart, Bd. 14, Öhringen.

.....(1966) Die Fauna von Hunas (Nördliche Frankanalb) im Rahmen der deutschen Quartärfaunen. Eiszeitalter und Gegenwart, Bd. 17, Öhringen/Württ.

.....(1967): Die Wühlmäuse (Arvicolidae GRAY 1821) der altpleistozänen Säugetierfauna von Schernfeld bei Eichstätt in Bayern. Mitt. Bayer. Staatsslg., Paläont. hist. Geol. 7, München.

.....(1968) Die Wühlmäuse (Mammalia, Rodentia, Arvicolidae) des Ältest- und Altpleistozäns Europas. Quartär, Bd. 19, 1968.

.....(1969): Ein geschichtlicher Überblick über die Gattung Mimomys (Mammalier, Rodentia, Arvicolidae GRAY 1821), ihre Klassifizierung und stratigraphische Verbreitung. Scritti sul Quaternario in onore di Angelo Pasa, Museo Civico di Storia Nationale, Verona, 1969, 81-94.

HELLER F. (1977): Zur Fauna der Nagetierschicht aus der Ilsenhöhle bei Ranis/Thüringen, in: Die Ilsenhöhle unter der Burg Ranis/ Thüringen, von M. Hülle. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York, 1977.

.....(1983): Die Höhlenruine Hunas bei Hartmannshof (Landkreis Nürnberger Land). Hrsg.: Freund G., Quartär Bibl. Band 4.

HINTON M.A.C. (1910): Some new Late Pleistocene Voles and Lemmings. Ann. Mag. Natur. Hist. VI (VIII.S).

.....(1910): A preliminary account of the British fossil Voles and Lemmings; with some remarks on the pleistocene climate and geography. Proceedings of the Geol. Assoc. Vol XXI, Part 10.

.....(1926): Monograph of the Voles and Lemmings (Microtinae) living and extinct. Vol.I 488 S., London.

KOENIGSWALD W. von (1970): Mittelpleistozäne Kleinsäugerfauna aus der Spaltenfüllung Petersbuch bei Eichstätt. Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol. 10, 407-432, München.

.....(1972): Sudmer-Berg-2, eine Fauna des frühen Mittelpleistozäns aus dem Harz. N. Jb. Geol. Paläont. Abh. 141, 2, 194-221, Stuttgart.

.....(1977): Mimomys cf. reidi aus der villafrancischen Spaltenfüllung Schambach bei Treuchtlingen. Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol. 17, 197.212, München 1977.

.....(1980): Schmelzstruktur und Morphologie in den Molaren der Arvicolidae (Rodentia). Abh. Senck. Naturf. Ges. 539, 1-129, Frankfurt a.M.

.....(1982): Arvicolidae - Wühlmäuse; Stammesgeschichte und Schmelzmuster. in: Handbuch der Säugetiere Europas, Band 2/I Nagetiere II, Hrsg.: J. Niethammer u. F. Krapp, Akad. Verlagsges. Wiesbaden.

.....(1983): Die kleineren Säugetiere und ihre stratigraphische Einstufung. in: STAMPFLI H.R. (Hrsg.): Rislisberghöhle, Archäologie einer Fundstelle aus dem Spätmagdalénien bei Önsingen im Solothurner Jura. Acad. helvetica 4/1, Bern-Stuttgart.

KOENIGSWALD W. von, MÜLLER-BECK H., PRESSMAR E. (1974): Archäologie und Paläontologie in den Weinberghöhlen von Mauern. Acta Venatoria 3, Tübingen.

KOENIGSWALD W. von, MÜLLER-BECK H. (1975):Das Pleistozän der Weinberghöhlen bei Mauern (Bayern). Quartär 26, 107-118, Bonn.

KOENIGSWALD W. von, RÄHLE W. (1975): Jungpleistozäne und altholozäne Faunen (Gastropoda und Mammalia) vom Euerwanger Bühl bei Greding (Fränkischer Jura). Eiszeitalter u. Gegenwart 26, Öhringen/Württ.

KOWALSKI K. (1966): The Stratigraphic Importance of Rodents in the Studies on the European Quarternary. Folia Quarternaria 22, Polska Akad. Nauk, Krakow.

MARSAL D. (1979): Statistische Methoden für Erdwissenschaftler. E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlg. Stuttgart, 2. Aufl.

NADACHOWSKI A. (1982): Late Quaternary Rodents of Poland with Special Reference to Morphotype Dentition Analysis of Voles. Warszawa 1982 Krakow (ISBN 83-01-04003-3).

.....(1984): Morphometric variability of dentition of the Late Pleistocene Voles (Arvicolidae, Rodentia) from Bacho Kiro Cave (Bulgaria). Acta. Zool. Cracov. 27, 9, 149-176) Krakow.

NIETHAMMER J. (1978): A hypothesis on a special aspect in rodent molar evolution. II. Congr. theriol. internat., Abstr. Brno (1978) 440.

NIETHAMMER J., KRAPP F.,(ed) (1982): Handbuch der Säugetiere Europas, Band 2/I, Nagetiere II. Akad. Verlagsgesellsch. Wiesbaden.

PETERS E. (1936): Die altsteinzeitlichen Kulturen von Veringenstadt (Hohenzollern). Praehist. Z. Bd. XXVII, H.1/2, 1936.

RABEDER G. (1981): Die Arvicoliden (Rodentia, Mammalia) aus dem Pliozän und dem älteren Pleistozän von Niederösterreich. Beitr. z. Paläontol. v. Österreich, 8. Wien.

RABEDER G., SATTLER F. (1984): Eine neue und rationelle Methode zur Untersuchung von Schmelzstrukturen bei Wühlmaus-Zähnen. Der Präparator 30, H. 2, 275-281, Bochum 1984.

REICHSTEIN G. (1982): Gattung Arvicola Lacepede 1799 - Schermäuse. Arvicola sapidus Miller 1908 - Südwesteuropäische Schermaus. Arvicola terrestris (Linnaeus 1758) - Schermaus. in: Handbuch der Säugetiere Europas, Band 2/I, Nagetiere II. Hrsg.: Niethammer J. u. Krapp F., Akad. Verlagsges. Wiesbaden.

STORCH G. (1969): Über Kleinsäuger der Tundra und Steppe in jungeiszeitlichen Eulengewöllen aus dem nordhessischen Löß. Natur u. Museum 99 (12), Frankfurt a.M. 1969.

.....(1971): Die Pleistozän-Holozän-Grenze bei Arvicola in Süddeutschland. Symposium Theriologicum II, Brno, Acad. of Czechosl.

.....(1974): Zur Pleistozän-Holozän-Grenze in der Kleinsäugerfauna Süddeutschlands. Z. f. Säugetierkde. 39, H. 2, 89-97.

Zusammenfassung

Molaren von Kleinsäugern der Gattungen Arvicola, Microtus, Clethrionomys, Lemmus und Dicrostonyx (vorwiegend aus dem süddeutschen Raum) wurden metrisch, morphologisch und im Falle Arvicola auch schmelzstrukturanalytisch bearbeitet. Durch die vorgenommenen Detailuntersuchungen wird zum einen die vorhandene Variationsbreite des vorliegenden Materials dargestellt, zum anderen können phylogenetische Zusammenhänge aufgezeigt werden.
Insgesamt wurden durch die Bearbeitung der genannten Arvicoliden neue Erkenntnisse sowohl über Stratigraphie, als auch über Ökologie der jeweiligen "Faunen" gewonnen.

Dank

Meinem Lehrer und Betreuer, Herrn Prof. Dr. J. Th. Groiß gilt mein wärmster Dank für die Überlassung des Themas und für seine ständige Hilfsbereitschaft. Über den gesamten Zeitraum der Bearbeitung stand er mir in dankenswerter Weise zur Seite.
Für zahlreiche Tips und Informationen bin ich Herrn Prof. Dr. G. Rabeder (Wien) dankbar. Seine Unterstützung, seine Sachkunde und seine Diskussionsbereitschaft waren mir eine große Hilfe.
Ich danke weiter Herrn Dr. G. Storch (Frankfurt), der mir bei der Untersuchung von Rezentmaterial behilflich war.
Bei Herrn Prof. Dr. V. Fahlbusch (München) und Herrn Dr. W. von Koenigswald (Darmstadt) bedanke ich mich sehr herzlich für ihr Interesse und die Möglichkeit zur Diskussion.
Für die prompte Anfertigung der Dünnschliffe danke ich Herrn F. Sattler (Wien).
Nicht namentlich erwähnt werden die Kolleginnen und Kollegen des Instituts für Paläontologie (Erlangen) und die Freundinnen und Freunde, mit denen ich offen über Erfolge und Mißerfolge während der Anfertigung dieser Arbeit sprechen konnte.
Dank auch der DFG, die diese Arbeit teilweise unterstützte.

Legende zu den Tafelerläuterungen

A - Antiklinale
S - Synklinale
l - lingual
b - buccal
(siehe auch Abb. 3)

Vk - Vorderkappe
Hk - Hinterkappe

Morphotypen (M_1)

par	postarvalis
ag	agrestis
ar	arvalis
ad	arvalidens
n	nivalis
gud	gud
roi	ratticepoides
r	ratticeps
m	malei
goi	gregaloides
g	gregalis
h	hintoni
sm	submalei
maskii	maskii
aberrant	

Morphotypen (M^3)

m	multiplex
n	normalis
ar	arvalis
ag	agrestis
niv	nivalis
g	gregalis
gue	guentheri
oec	oeconomus

Abbildungsmaßstab ca. 1:12

Mt - Morphotyp

Bei dem Rezentmaterial von Arvicola wurde der Zement nicht mitgezeichnet.

Tafel I

Arvicola (M_1) aus Hunas (G2)

Fig. 1 Mimomyskante verrundet, wie auch die übrigen Antiklinalen; Sl 3 nur angedeutet provergent, offen (H 11)

Fig. 2 Mimomyskante bei leicht provergenter Sl 3, rundlicher Kopf, durch Sl 4 und Sb 3 von T4 und T5 abgesetzt (H 26/1)

Fig. 3 vergleichbar mit Fig.2, Sl 3 etwas runder und damit weiter (H 76/1)

Fig. 4 ähnlich Fig.2, Mimomyskante hier stärker (H 76/2)

Fig. 5 Formentyp intermedius, Sl 3 beinahe äquilateral (H 71)

Fig. 6 vergleichbar mit Fig. 5, Kopf breiter (H 47/4)

Fig. 7 Dentindreiecke nicht vollständig geschlossen, Sl 3 äquilateral, liegt nur wenig über Sb 2 (ohne Überlappung); Sl 4 und Sb 3 flach gerundet (H 31/3)

Fig. 8 Sl 3 äquilateral, Sl 3 und Sb 2 liegen auf gleicher Höhe, Sl 4 und Sb 3 sind nicht sehr tief, Sl 4 ist leicht geknickt (H 20/4)

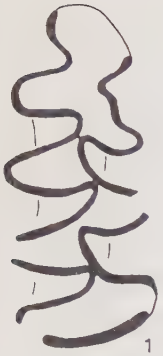
Fig. 9 "offene Form", Triangeln nicht vollständig geschlossen, Syn- und Antiklinalen verrundet, Sl 3 äquilateral, Sl 4 und Sb 3 entsperechen sich (H 24/4)

Fig. 10 ähnlich Fig. 9, Antiklinalen sowie Synklinalen etwas spitzer, leichte Al 5 (H 21/2)

Fig. 11 ebenfalls offene Form, Sl 3 äquilateral, leichte Al 5 entwickelt; Konfluenz der Triangeln auch in M_2 sichtbar; Form der Triangeln gerade; (H 45)

Fig. 12 auch hier keine deutliche Krümmung der Synklinalen; deutliche Absetzung des Kopfes durch Sl 4 und Sb 3 (H 23/2)

I


1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

Tafel II

Arvicola (M_1) aus Hunas (G2)

Fig. 1 beginnende Provergenz der Sl 3, symmetrische Kopfform durch gleichmäßiges Einschneiden von Sl 4 und Sb 3 (H 46/4)

Fig. 2 Sl 3 provergent, Sl 4 und Sb 3 gleichförmig, rundliche Kopfform, mit kleiner Kante (Al 5) (H 23/3)

Fig. 3 Durch starke Provergenz der Sl 3 wird T 4 zur Hälfte geschlossen; Sl 4 entspricht Sb 3, Kopf rund; (H 46/5)

Fig. 4 Provergenz der Sl 3 nicht so markant wie bei Fig. 3, Hals durch Sl 4 und Sb 3 aber enger (H 14)

Fig. 5 bei provergenter Sl 3 ist Sl 4 gegenüber Sb 3 verstärkt Al 5 dadurch deutlicher als Ab 4 (H 34/4)

Fig. 6 Unterschied zwischen Sl 4 und Sb 3 noch deutlicher als bei Fig. 5 (H 37/2)

Fig. 7 deutliche Al 5 mit möglichem Ansatz für Sl 5 (H 35/5)

Fig. 8 Sl 3 stark provergent, dadurch beginnende Trennung von T4 und T5; Sl 4 gegenüber Sb 3 deutlicher (H 5)

Fig. 9 bei leicht provergenter Sl 3 ist Sb 3 deutlicher (gewinkelt) ausgebildet als Sl 4; Sb 4 als leichte Eintiefung (H 35/2)

Fig. 10 bei probergemter Sl 3 ist Sb 3 wesentlich tiefer als Sl 4 (H 36/1)

Fig. 11 tiefes Einschneiden der provergenten Sl 3, Sb 3 enger als Sl 4 (H 25/4)

Fig. 12 Sl 3 leicht provergent; Sb 3 gewinkelt und eng, Sl 4 rund und weit; Ab 4 markant, triangelförmig, leichte Sb 4; (H 82)

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

Tafel III

Arvicola (M_1) aus Hunas, G1 unten

Fig. 1 sehr deutliche Mimomyskante, Sl 3 provergent, rundlicher Kopf (H 80/2)

Fig. 2 ebenfalls deutliche Mimomyskante bei provergenter Sl 3, Sl 4 und Sb 3 deutlich, runde Kopfform (H 80/1)

Fig. 3 Mimomyskante schwach angedeutet, Sl 3 weit und offen, sie liegt deutlich über Sb 2 (H 42/5)

Fig. 4 intermedius-Typ, Umkehrpunkte von Sl 3 und Sb 2 liegen nebeneinander, Sl 4 und Sb 3 als nur flache Mulden ausgebildet, (H 28/11)

Fig. 5 vergleichbar mit Fig. 4, durch deutlichere Ausprägung von Sl 4 und Sb 3 wird der Kopfbereich schmaler (H 29/26)

Fig. 6 Sl 3 leicht provergent, liegt kaum über Sb 2, Sl 4 und Sb 3 mit flachem, muldenförmigen Verlauf (H 8/8)

Fig. 7 Sl 3 offen und äquilateral, sie liegt deutlich über Sb 2 Kopfbereich durch Sl 4 und Sb 3 abgesetzt (H 41/1)

Fig. 8 Sl 3 äquilateral, Sl 4 und Sb 3 tief einschneident, weit ausladender Kopf (H 9/1)

Fig. 9 Sl 3 äquilateral, Sl 4 und Sb 3 ähnlich geformt, Al 5 und Ab 4 als kleine Ausbuchtungen vorhanden (H65/6)

Fig. 10 bei äquilateraler Sl 3 sind Sl 4 und Sb 3 deutlich und tief, Kopf dadurch abgesetzt (H 9/6)

Fig. 11 beinahe äquilaterale Sl 3, Sl 4 und Sb 3 gleichförmig, aber nicht so tief wie bei Fig. 10, Kopf breiter und größer (H 28/2)

Fig. 12 Sl 3 spitzförmig, beinahe äquilateral, T 2 und T 3 nicht vollständig getrennt, Sl 4 und Sb 3 nicht sehr tief, Kopf breit und rund (H 28/18)

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

Tafel IV

Arvicola (M_1) aus Hunas G1 unten

Fig. 1 Sl 3 provergent, Sl 3 und Sb 2 liegen beinahe nebeneinander, Sl 4 und Sb 3 sind flach gerundet (H 14/2)

Fig. 2 provergente Sl 3 liegt deutlich über Sb 2, auch Sl 4 und Sb 3 liegen nicht auf gleicher Höhe, entsprechen sich aber in etwa in Form und Tiefe (H 42/7)

Fig. 3 provergente Sl 3 liegt über Sb 2, Sl 4 und Sb 3 sind gleichförmig gebildet (H 7/12)

Fig. 4 bei provergenter Sl 3 schneiden Sl 4 und Sb 3 gleichförmig und sehr tief ein, der Kopf wird durch die Halseinschnürung deutlich abgesetzt (H 42/3)

Fig. 5 provergente Sl 3, deutliche Halsbildung durch Sl 4 und Sb 3; Sl 4 und Sb 3 entsprechen sich dabei, sie sind enger ausgebildet als bei Fig. 4 (H 41/9)

Fig. 6 auch hier ist Sl 3 provergent, Sl 4 ist jedoch deutlich flacher als Sb 3, der Kopf ist dadurch nach buccal geneigt (H 8/6)

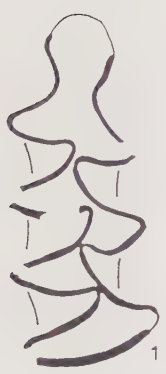
Fig. 7 stark provergente Sl 3, Sb 3 ist etwas stärker entwickelt als Sl 4 (H 28/17)

Fig. 8 deutlich provergente Sl 3, buccale Neigung des Kopfes durch wesentlich stärkeres Einschneiden von Sb 3 gegenüber Sl 4 (H 8/3)

Fig. 9 provergente Sl 3, deutliche Al 5 ausgebildet, gleichzeitig ist Sl 4 wesentlich tiefer ausgebildet als Sb 3 (H 6/11)

Fig. 10 vergleichbar mit Fig. 9, bei provergenter Sl 3 sind Sl 4 und Al 5 wesentlich kräftiger entwickelt als Sb 3 und Ab 4 (H 28/19)

Fig. 11 provergente Sl 3, Buccalseite des Anteroconidkomplexes zeigt S-förmigen Verlauf, Lingualseite durch stärkere Syn- und Antiklinalbildungen (Sl 4 und Al 5) betont (H 9/3)


1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

Tafel V

Arvicola aus Hunas G_1 unten

Fig. 1 und 2 M_1 und M_2 mit jeweils ähnlichem Erscheinungsbild (rechte und linke Unterkieferhälfte ?).
M_1: Sl 3 deutlich provergent und so tief einschneident, daß T 4 beinahe geschlossen wird.
Sb 3 schneidet tief ein, zeigt aber runden Verlauf.
Sl 4 ist provergent gebildet.
Vorderkappe ist breit ausladent.
M_2: T 3 wird durch starkes Einschneiden der Sb 2 beinahe geschlossen.
(H 87 und H 88)

Arvicola aus Hunas G_1 mitte-unten

Fig. 3 Deutlich Inselbildung innerhalb des Anteroconidkomplexes; Sl 3 äquilateral, Sl 4 deutlich, Sb 3 zeigt sich nur als flache Mulde. Mesialende mit Aus- und Einbuchtungen. (H 15)

1

2

3

Tafel VI

Arvicola (M_1) aus Hunas G_1 mitte-unten

Fig. 1 intermedius-Typ, Sl 4 und Sb 3 flach und weit, Al 5 und Ab 4 nicht deutlich ausgebildet (H 39/1)

Fig. 2 Sl 3 ist äquilateral und liegt auf gleicher Höhe mit Sb 2; deutliche Halsbildung durch Sl 4 und Sb 3 (H 63/5)

Fig. 3 Sl 3 ist äquilateral und liegt etwas über Sb 2, Sl 4 und Sb 3 sind gleichförmig und setzen durch starkes Einschneiden den Kopfbereich deutlich ab (H 9/5)

Fig. 4 Sl 3 äquilateral, runde, offene Form; durch Einschneiden von Sl 4 und Sb 3 treten Al 5 und Ab 4 hervor (H 10/8)

Fig. 5 Sl 3 leicht provergent, Unterschied zwischen Sl 4 und Sb 3 ist unbedeutend, beide sind gerundet (H 63/3)

Fig. 6 Provergenz der Sl 3 und Einschneiden von Sl 4 und Sb 3 ist deutlicher als bei Fig. 5, Kopfbereich ist stark verbreitert (H 63/7)

Fig. 7 provergente Sl 3, Verbindung zwischen T 4 und T 5 ist durch Einschneiden der Sl 3 eingeschränkt; Halsbildung durch Sl 4 und Sb 3, bei gewinkeltem Einspringen von Sb 3 und rundem Verlauf der Sl 4 (H 9/2)

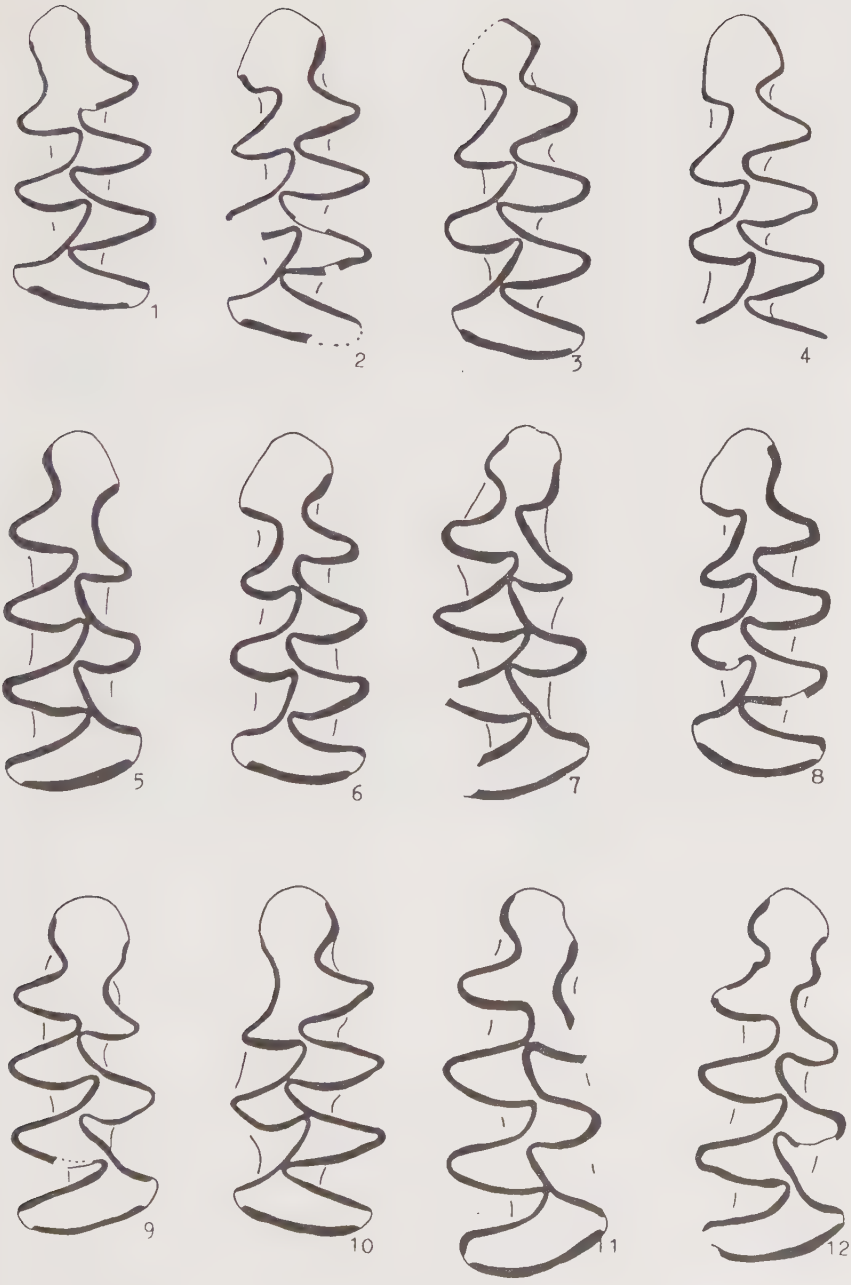
Fig. 8 Sl 3 provergent, Sl 4 flacher als Sb 3 (H 63/9)

Fig. 9 Sl 3 ist schwach provergent, sie liegt mit nur geringer Höhendifferenz über Sb 2, Sb 3 ist gerundet, Sl 4 gewinkelt (H 11/13)

Fig. 10 Sl 3 ist provergent, Sl 4 ist stärker ausgebildet als Sb 3, Al 5 tritt deutlicher hervor als Ab 4 (H 9/3)

Fig. 11 weit offene, als provergent anzusprechende Sl 3, Sl 4 deutlicher als Sb 3, T 1 und T 2 sind nicht völlig voneinander getrennt (H 10/11)

Fig. 12 weite und offene Sl 3, die deutlich über Sb 2 liegt, Konfluenz zwischen T 4 und T 5 ist etwas eingeschränkt; Vorderlobus mit Komplikationen, kleine Kante an T 5, nach kleiner Ab 4 schließt eine Einmuldung (Sb 4) an (H 61)


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

Tafel VII

Arvicola (M_1) aus Hunas G1 oben

Fig. 1 deutliche Mimomyskante, Sl 3 äquilateral, Al 5 gut ausgebildet (H 68/5)

Fig. 2 Sl 3 äquilateral, Al 5 stärker entwickelt als Ab 4 (H 68/1)

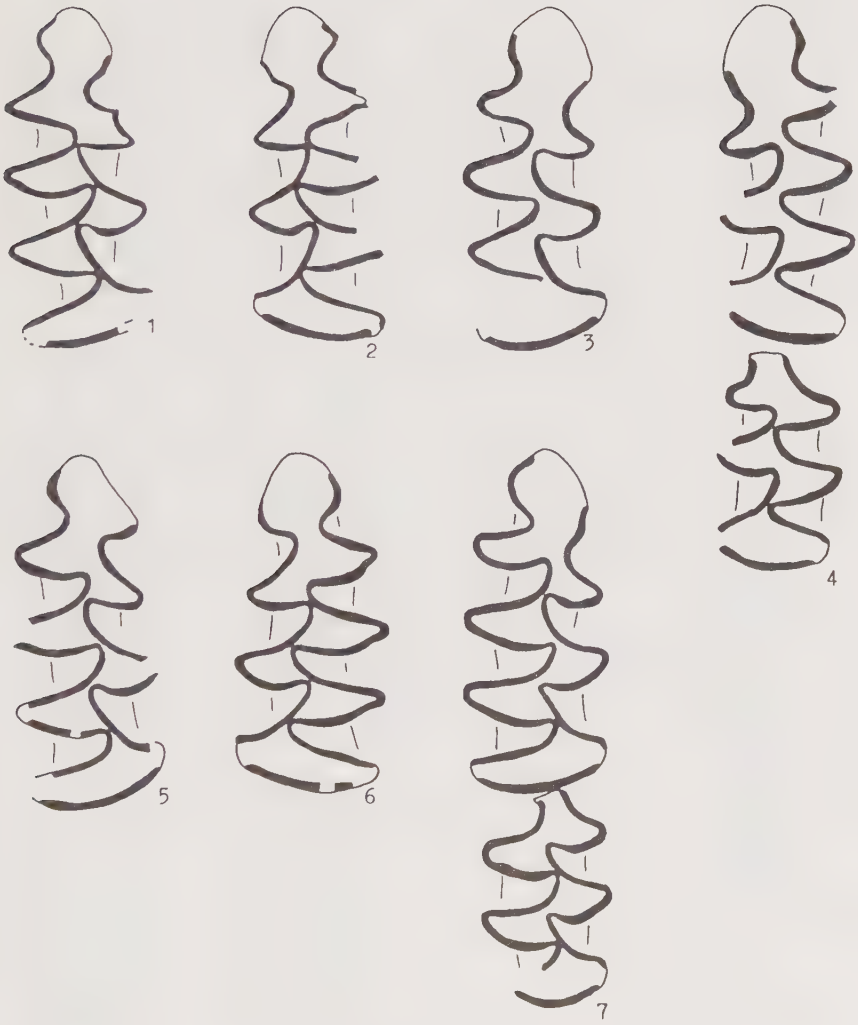
Fig. 3 Alle Dentindreiecke sind durch schmale Dentinstege miteinander verbunden, d.h. "offene Form". Lingual sind die Synklinalen nicht provergent gebildet. Sl 4 und Sb 3 sind rund und schneiden nicht tief ein, der Kopfbereich ist dadurch breit (H 68/11)

Fig. 4 Wie bei Fig. 3 sind auch hier die Dentindreiecke konfluent miteinander verbunden, wieder sind die Lingualsynklinalen nicht deutliche provergent; Sl 4 und Sb 3 schneiden nicht sehr tief ein.
Konfluenz der Triangeln wird auch in M_2 sichtbar (H 68/4)

Fig. 5 Sl 3 ist deutlich provergent gebildet und schneidet tief ein, der Übergang T4/5 ist dadurch etwas eingeschränkt; Form und Tiefe von Sl 4 entspricht der von Sb 3 (H 62/3)

Fig. 6 Sl 3 ist leicht provergent, Sl 4 und Sb 3 sind gleichförmig und setzen rundlichen Kopf ab (H 62/4)

Fig. 7 Sl 3 ist deutlich provergent und schränkt durch ihr tiefes Einschneiden den Übergang T4/5 stark ein. Sl 4 ist stärker ausgeprägt als Sb 3, Al 5 markanter als Ab 4 (H 68/2)


1
2
3
4
5
6
7

Tafel VIII

Arvicola aus Hunas, verschiedene Bereiche

Fig. 1 Sl 3 provergent, Sl 4 entspricht Sb 3 (Hunas, Schicht D, H 69).

Fig. 2 Sl 3 provergent, Sb 3 ist deutlicher als Sl 4, Kopf ist nach buccal geneigt (Hunas G3, H 52).

Fig. 3 Sl 3 ist provergent, Sl 4 und Sb 3 sind gleichförmig schwach eingetieft, breiter Kopfbereich (Hunas G3, H 75).

Fig. 4 Sl 3 leicht provergent, Sl 4 stärker als Sb 3. Al 5 tritt deutlicher hervor als Ab 4 (Hunas Schicht H, H 56).

Fig. 5 Sl 3 ist äquilateral, Sb 3 deutlicher als Sl 4, Ab 4 stärker als Al 5 (Hunas Schicht H, H 57).

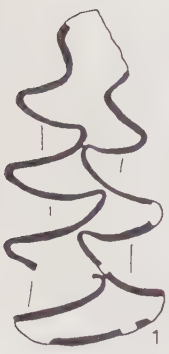
Fig. 6 Stark verrundete Antiklinalen, Sl 3 ist provergent, Sl 4 und Sb 3 sind beide nur schwach und gleichförmig, Kopfbereich breit (Hunas Schicht I, H 74).

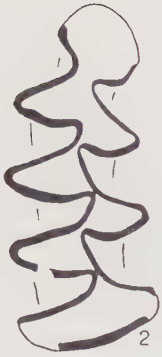
Fig. 7 Beinahe äquilaterale Sl 3, Sb 3 ist deutlicher als Sl 4, Anteroconidkomplex ist asymmetrisch (Hunas K oben, H 54).

Fig. 8 Schmale Dentinstege verbinden die Triangel miteinander, Konfluenz von T 1 und T 2 sowohl bei M_1, als auch bei M_2 vorhanden. Sl 3 des M_1 schneidet nicht tief ein, ebensowenig Sb 2 des M_2. Sl 4 (M_1) stärker als Sb 3, Al 5 deutlicher als Ab 4 (Hunas Schicht K, H 53).

Fig. 9 Deutlich ausgeprägte Mimomyskante, Sb 3 deutlich stärker als Sl 4, Kopf nach buccal geneigt (Hunas Schicht K, H 73).

Fig. 10 Sl 3 deutlich provergent und tief, T 4 ist deshalb geschlossen. Sl 4 etwas stärker entwickelt als Sb 3 Hunas Schicht L, H 60).


1


2

3

4

5

6

7

8

9

10

Tafel IX

Arvicola (M_1) aus der Göpfelsteinhöhle

Fig. 1 Sl 3 ist äquilateral, Sb 3 etwas stärker als Sl 4 (Gö 35/4)

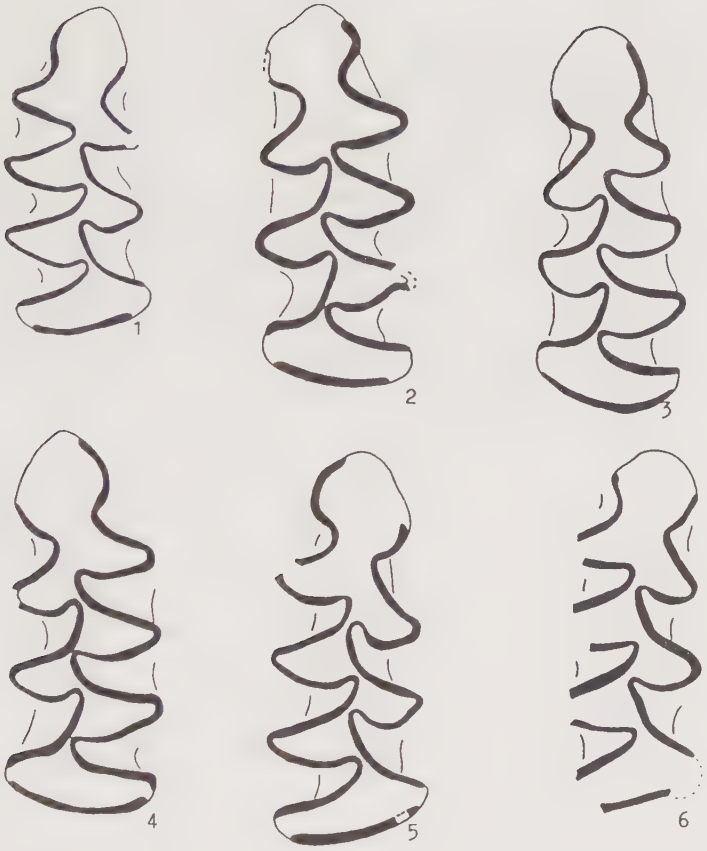
Fig. 2 Sl 3 leicht provergent, Sl 3 und Sb 2 liegen auf etwa gleicher Höhe; Sl 4 und Sb 3 entsprechen sich in Form und Tiefe, Anteroconidkomplex ist symmetrisch (Gö 35/3).

Fig. 3 Deutlich provergente Sl 3, Sl 4 und Sb 3 sind ähnlich geformt, großer kreisförmiger Kopf (Gö 35/1).

Fig. 4 Sl 3 deutlich provergent und tief, dadurch Übergang T 4 und T 5 eingeschränkt; Sl 4 und Sb 3 ähnlich (Gö 35/2).

Fig. 5 Sl 3 provergent, Sl 4 etwas runder als Sb 3 (Gö 35/6).

Fig. 6 Sl 3 provergent, Dentindreiecke sind durch schmale Dentinstege miteinander verbunden, Sb 3 stärker als Sl 4 (Gö 35/5).


1
2
3
4
5
6

Tafel X

Arvicola (M_1) aus der Zoolithenhöhle

Fig. 1 Äquilaterale Sl 3, Sl 4 stärker als Sb 3, Al 5 deutlicher als Ab 4 (Z, WS 68/1).

Fig. 2 Provergente Sl 3, Sl 4 stärker als Sb 3, Al 5 deutlicher als Sb 3, Al 5 dadurch markanter als Ab 4, Andeutung v n Sl 5 (Z, WS 68/2).

Fig. 3 Sl 3 provergent, Vorderkappe durch gleichmäßiges Einschneiden von Sl 4 und Sb 3 symmetrisch (Z, WS 59/2).

Fig. 4 Provergente Sl 3, Sl 4 entspricht Sb 3 (Z, WS 59/1).

Fig. 5 Provergente Sl 3, Sl 4 wesentlich stärker ausgebildet als Sb 3, Al 5 sehr deutlich (Z, GL 69/1).

Fig. 6 Sl 3 provergent, Sl 4 etwas stärker als Sb 3, Al 5 deutlicher als Ab 4 (Z, WS 68/3).

1

2

3

4

5

6

Tafel XI

Arvicola (M_1) aus Gundersheim

Fig. 1 Äquilaterale Sl 3, Sl 4 und Sb 3 entsprechen sich, Al 5 tritt etwas deutlicher in Erscheinung als Ab 4, da diese (Al 5) mit Schmelz überzogen ist (Gu 36/9).

Fig. 2 Ebenfalls äquilaterale Sl 3 bei gleich geformten Synklinalen Sl 4 und Sb 3 (Gu 36/3).

Fig. 3 Bei äquilateraler Sl 3 ist Sl 4 tiefer als Sb 3 (Gu 39/30).

Fig. 4 Sl 3 ist schwach provergent, Sl 4 und Sb 3 entsprechen sich (Gu 38/24).

Fig. 5 Sl 3 provergent, Anteroconidkomplex ist annähernd symmetrisch durch Gleichförmigkeit von Al 5 und Ab 4, sowie von Sl 4 und Sb 3 (Gu 36/7).

Fig. 6 Sl 3 deutlich provergent, durch ihr tiefes Einschneiden ist die Verbindung T 4/T 5 etwas unterbrochen; Sl 4 und Sb 3 ähnlich (Gu 37/16).

Fig. 7 Bei provergenter Sl 3 ist Sb 3 etwas tiefer als Sl 4, Ab 4 markanter als Al 5, Andeutung von Sb 4 (Gu 37/15).

Fig. 8 Vorderkappe ist leicht nach buccal geneigt durch stärkeres Einschneiden von Sb 3 gegenüber Sl 4; Sl 3 ist provergent (Gu 38/26).

Fig. 9 Sl 3 ist provergent, Sb 3 etwas tiefer als Sl 4; gleichmäßig geformte Syn- und Antiklinalen (Gu 37/19).

Fig. 10 Leicht provergente Sl 3, Sl 4 stärker als Sb 3, Al 5 deutlicher als Ab 4 (Gu 37/18).

Fig. 11 Bei provergenter Sl 3 ist Sl 4 gegenüber Sb 4 stärker, Al 5 ist ebenfalls deutlicher als Ab 4 (Gu 36/6).

Fig. 12 Sl 3 ist provergent, Sl 4 etwas stärker als Sb 3, Ab 4 geringfügig deutlicher als Al 5 (Gu 36/1).

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

Tafel XII

Arvicola (M_1) aus dem Fuchsenloch, Schicht C

Fig. 1 Mimomyskante ist deutlich vorhanden, Sl 3 dabei provergent (FC,7 IV/3).

Fig. 2 Mimomyskante vorhanden, Sl 3 weit und provergent, Kopf breit (FC,7 I/7).

Fig. 3 Kleinere Mimomyskante, Sl 3 provergent, Sl 4 und Sb 3 entsprechen sich (FC,7 IV/4).

Fig. 4 Deutlich äquilaterale Sl 3, sie liegt auf gleicher Höhe wie Sb 2; Sl 4 entspricht Sb 3 (FC,8 I/4).

Fig. 5 Sl 3 ist äquilateral, Sl 4 und Sb 3 schneiden tief ein, dabei ist Sl 4 deutlicher gewinkelt als Sb 3. Al 5 ist markanter als Ab 4; Dentindreiecke zeigen keine deutlich konvexen Ausbuchtungen (möglicherweise von einem jüngeren Tier stammender Molar)(FC,7 III/4).

Fig. 6 äquilaterale Sl 3, breite Vorderkappe, da Sl 4 und Sb 3 nur sehr flach eingetieft sind (FC,5 II/1).

Fig. 7 weit offene, äquilaterale Sl 3, rundlicher, de tlich abgesetzter Kopf, Sb 3 enger als Sl 4 (FC,7 II/2).

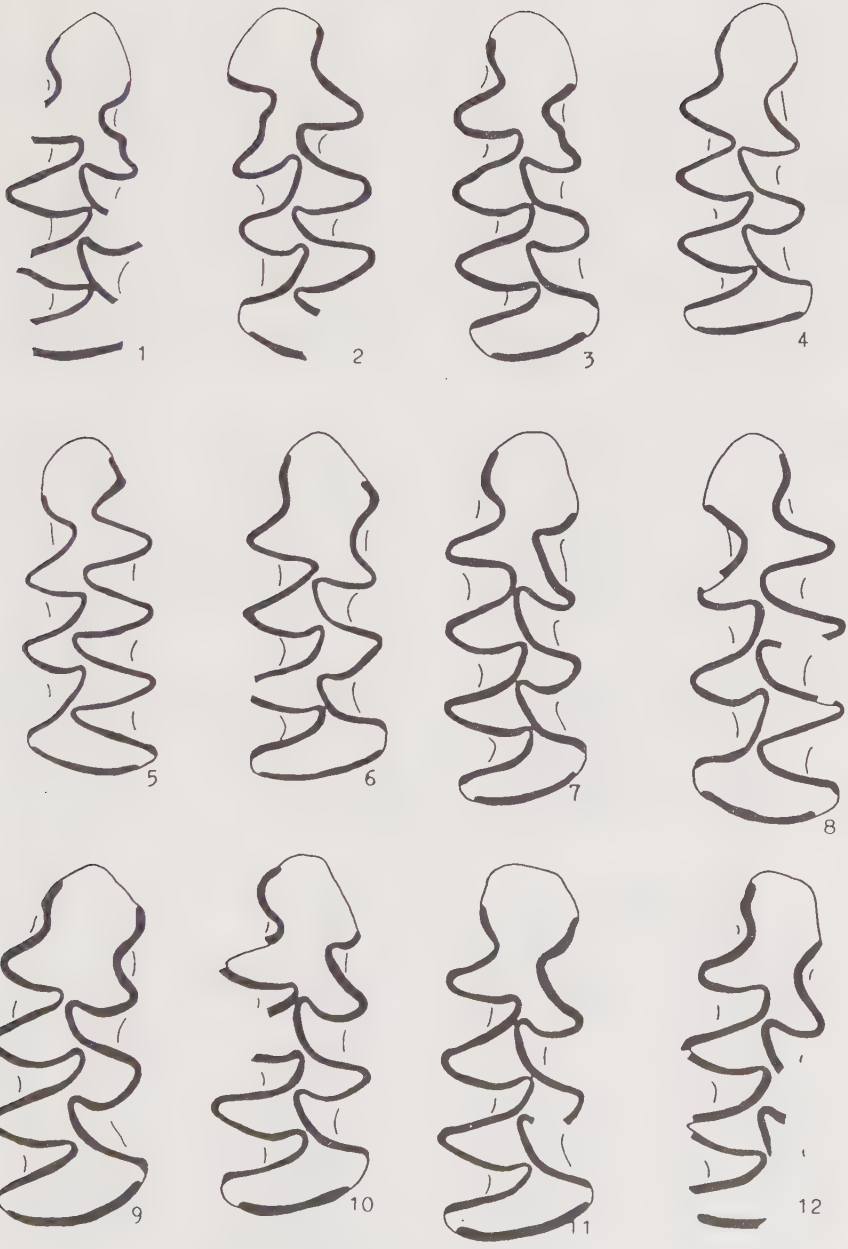
Fig. 8 An der Lingualseite sind keine deutlich konvexen Ausbuchtungen vorhanden; Sl 3 weit und äquilateral, sie liegt deutlich über Sb 2 (FC,7 II/7).

Fig. 9 Sl 3 provergent, sie liegt auf gleicher Höhe wie Sb 2, Sl 4 und Sb 3 nur flach, dadurch breite Vorderkappe (FC, 1/5).

Fig. 10 Provergente Sl3 liegt auf gleicher Höhe wie Sb 2, Sl 4 und Sb 3 gleich deutlich eingetieft (FC,5 II/5).

Fig. 11 Provergente Sl 3 liegt über Sb 2, Sl 4 und Sb 3 entsprechen sich (FC,8 II/2).

Fig. 12 Sl 3 ist provergent und liegt deutlich über Sb 2, der Übergang T 4/T 5 ist dadurch eingeschränkt; Sl 4 und Sb 3 sind ähnlich (FC,7 IV/6).


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

Tafel XIII

Arvicola (M_1) aus dem Fuchsenloch, Schicht C

Fig. 1 Bei angedeuteter Provergenz der Sl 3 ist Sb 3 stärker ausgebildet als Sl 4; Dentinbrücke zwischen T 1 und T 2 (FC 8 I/2).

Fig. 2 Vergleichbar mit Fig. 1, Sb 3 hier runder (FC 2/5).

Fig. 3 Sl 3 provergent, Sb 3 deutlicher als Sl 4, Al 5 vorhanden, Ab 4 als kleine Kante entwickelt (FC 5 III/3).

Fig. 4 Provergente Sl 3, Sb 3 etwas tiefer als Sl 4, Neigung des Kopfes nach buccal (FC 45/5).

Fig. 5 Sl 3 stark ausgeprägt, tief einschneident, dadurch sind T 4 und T 5 beinahe voneinander getrennt; Sb 3 tiefer als Sl 4 (FC 7 I/5).

Fig. 6 Sl 3 provergent und tief, wieder sind T 4 und T 5 zur Hälfte voneinander getrennt (vgl. Fig. 5); Sb 3 stärker als Sl 4, Kopf auf der Buccalseite weit ausladent (FC 5 II/4).

Fig. 7 Abtrennung des T 4 durch Provergenz und Tiefe der Sl 3 beinahe vollzogen, Sb 3 enger als Sl 4, Al 5 deutlich (FC 8 II/1).

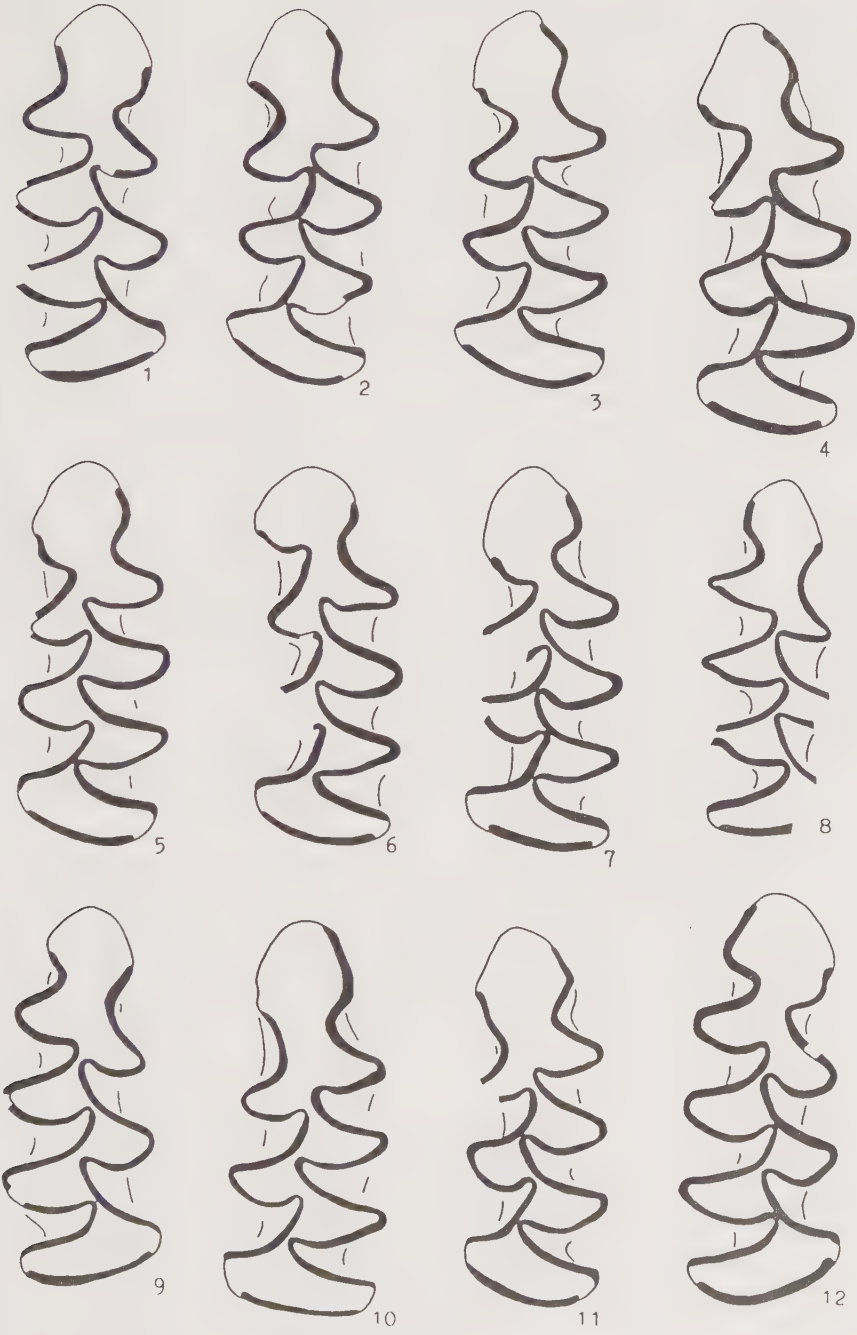
Fig. 8 Sl 3 provergent, sie liegt nur wenig über Sb 2; Sl 4 stärker als Sb 3, Al 5 etwas stärker als Ab 4 (FC 5 III/5).

Fig. 9 Sl 3 provergent, Sl 4 geringfügig stärker als Sb 3, Al 5 deutlicher als Ab 4 (FC 3/2).

Fig. 10 Sl 3 provergent, Sl 4 stärker als Sb 3, Al 5 kräftiger als Ab 4, Anteroconidkomplex verhältnismäßig lang (FC 44/6).

Fig. 11 Bei provergenter Sl 3 Sl 4 deutlicher als Sb 3, Al 5 deutlich und zugespitzt (FC 1/3).

Fig. 12 Deutliche Provergenz der Sl 3, Sl 4 enger als Sb 3, Al 5 kräftiger als Ab 4 (FC 5 I/3).


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

Tafel XIV

Arvicola (M_1) aus dem Fuchsenloch, Schicht D

Fig. 1 Rundliche, äquilaterale Sl 3; Sl 4 und Sb 3 deutlich, beinahe gleichförmig, grenzen goßen, runden Kopfbereich ab (FD 7/1).

Fig. 2 Äquilaterale Sl 3, Sl 4 und Sb 3 gleichförmig (FD 5/5).

Fig. 3 Sl 3 äquilateral und weit, Sl 4 entspricht Sb 3, Kopf breit (FD 1/6).

Fig. 4 Sl 3 äquilateral, Sl 4 und Sb 3 gleichförmig, Al 5 wirkt größer als Ab 4, da sie teilweise mit Schmelz umgeben ist (FD 1/1).

Fig. 5 Bei provergenter Sl 3 sind Sl 4 und Sb 3 gleichförmig flach, weder Al 5 noch Ab 4 treten besonders deutlich hervor (FD 15/2).

Fig. 6 Provergente Sl 3, Sl 4 und Sb 3 ähnlich, Al 5 und Ab 4 deutlicher als bei Fig. 5 (FD 7/5).

Fig. 7 Sl 3 provergent, Sl 4 und Sb 3 gleichförmig, Anteroconidkomplex symmetrisch (FD 17/4).

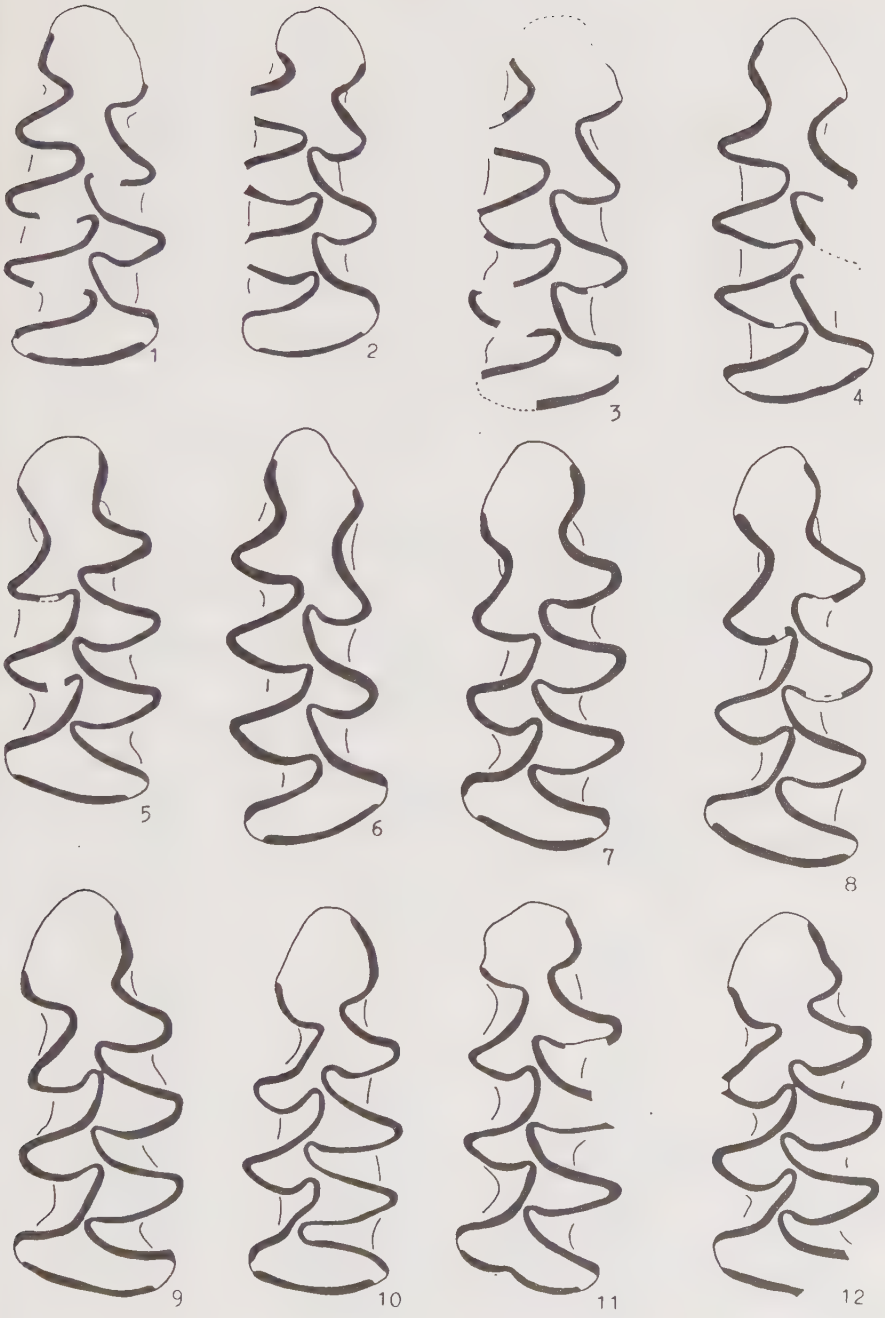
Fig. 8 Ebenfalls provergente Sl 3, sowie Gleichförmigkeit von Sl 4 und Sb 3, (FD 10/1).

Fig. 9 Provergente Sl 3, Sl 4 und Sb 3 nur wenig verschieden (FD 10/4).

Fig. 10 Sl 3 provergent, Sl 4 und Sb 3 tief und spitzförmig, dadurch Halsbildung, T 4 flach, luvseitig "geknickt" (FD 12/4).

Fig. 11 Deutlich provergente Sl 3, Übergang T 4/T 5 etwas eingeschränkt; Sl 4 und Sb 3 tief, Kopf breit (FD 15/5).

Fig. 12 Sl 1,2,3 und Sb 1 und 2 sind deutlich provergent, Sl 4 sowie Sb 3 sind tief und eng, Al 5 ist deutlicher als Ab 4, Andeutung von Sl 5 und Ab 4 (FD 13/5).


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

Tafel XV

Arvicola (M_1) aus dem Fuchsenloch, Schicht D

Fig. 1 Bei provergenter Sl 3 ist der Anteroconidkomplex leicht nach buccal geneigt, da Sb 3 etwas stärker angelegt ist als Sl 4 (FD 1/8).

Fig. 2 Sl 3 ist schwach provergent, T 4 ist kurz; Sb 3 deutlicher als Sl 4, Ab 4 deutlicher als Al 5 (FD 3/4).

Fig. 3 Schwach provergente Sl 3, Sb 3 stärker als Sl 4, Andeutung von Sb 4 (FD 4/6).

Fig. 4 Bei provergenter Sl 3 ist Sb 3 deutlich stärker als Sl 4, Kopf nach buccal geneigt (FD 8/3).

Fig. 5 Sl 3 provergent, Sb 3 enger als Sl 4 (FD 15/6).

Fig. 6 Provergente Sl 3, Sl 4 weiter und runder als Sb 3, Kopf kurz (FD 14/3).

Fig. 7 Bei Provergenz der Sl 3 ist Sl 4 deutlicher als Sb 3, Al 5 entsprechend deutlicher als Ab 4 (FD 15/3).

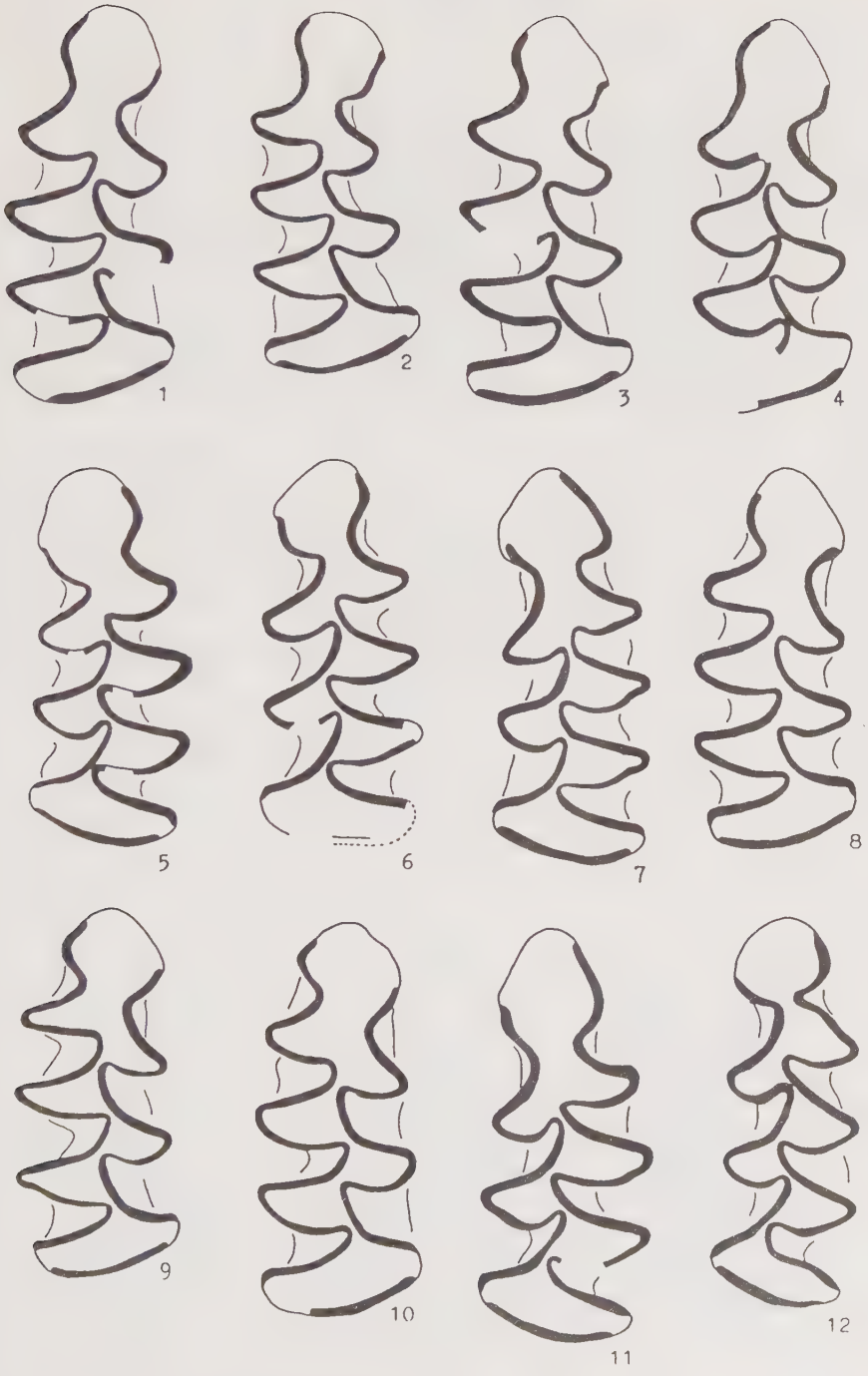
Fig. 8 Schwach provergente Sl 3, Sl 4 etwas stärker als Sb 3 (FD 7/2).

Fig. 9 Provergente Sl 3 liegt deutlich über Sb 2, Sl 4 stärker als Sb 3, Al 5 kräftiger als Ab 4 (FD 7/4).

Fig. 10 Sl 3 provergent, Sl 4 und Al 5 deutlicher als Sb 3 und Ab 4 (FD 6/1).

Fig. 11 Bei provergenter Sl 3 Sl 4 und Al 5 kräftiger entwickelt als Sb 3 und Ab 4, Kopf groß (FD 11/4).

Fig. 12 Sehr schmaler Zahn, provergente Sl 3, dadurch Übergang zwischen T 4 und T 5 eingeschränkt, deutliche Halsbildung durch starke Eintiefungen von Sl 4 und Sb 3, Sl 4 dabei enger (FD 12/6).


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

Tafel XVI

Arvicola (M_1), Weinberghöhlen

Fig. 1 Äquilaterale Sl 3, Sl 4 etwas stärker eingetieft als Sb 3 (Wh 43/3).

Fig. 2 Deutliche Provergenz der Sl 3, breite Vorderkappe durch nicht sehr tief angelegte Sl 4 und Sb 3 (Wh 43/1).

Fig. 3 Provergente Sl 3, Sl 4 und Sb 3 entsprechen sich, Al 5 und Ab 4 deutlich (Wh 40/5).

Fig. 4 Schmale Dentinbrücken verbinden die Triangel, da sich die Synklinalen der Buccal- und der Lingualseite nicht überschneiden; Sl 3 provergent, Sl 4 schwächer als Sb 3 (Wh 40/1).

Fig. 5 Provergente Sl 3, Sb 3 enger und deutlicher als Sl 4 (Wh 40/2).

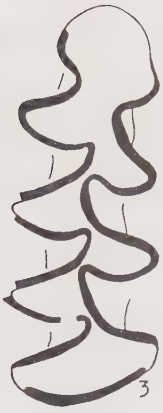
Fig. 6 Bei provergenter Sl 3 ist Sl 4 deutlicher als Sb 3, Al 5 tritt stärker hervor als Ab 4 (Wh 40/8).

Fig. 7 Provergente Sl 3, Sl 4 ist kräftiger als Sb 3, Al 5 kräftiger als Ab 4 (Wh 40/3).

Fig. 8 Sl 3 provergent, Sl 4 wenig deutlicher als Sb 3 (Wh 42/2).

1

2


3

4

5

6

7

8

Tafel XVII

M_1 Arvicola terrestris, rezent

Fig. 1 Sehr deutliche Mimomyskante bei Provergenz der Sl 3, Sl 4 ist deutlicher als Sb 3, Al 5 kräftiger als Ab 4 (23576).

Fig. 2 Leeseiten der Dreiecke sind nicht ausgeprägt konvex, Sl 3 ist äquilateral, Al 5 spitz und stärker als Ab 4, Sl 4 deutlicher und etwas tiefer als Sb 3 (34504).

Fig. 3 Vergleichbar mit Fig. 2, Unterschied zwischen Sl 4 und Sb 3 hier deutlicher (7480).

Fig. 4 Äquilaterale Sl 3, Sl 4 tief und gewinkelt, Sb 3 flach gerundet; Al 5 deutlich und spitz, Ab 4 flach gewölbt (35407).

Fig. 5 Bei äquilateraler Sl 3 besteht nur geringfügiger Unterschied zwischen Sl 4 und Sb 3, Al 5 wenig stärker als Ab 4 (47447).

Fig. 6 Sl 3 äquilateral, Sl 4 und Sb 3 gleichförmig offen und wenig tief (35831).

Fig. 7 Noch äquilaterale Sl 3 liegt etwas oberhalb der Sb 2, Sl 4 und Sb 3 sind ähnlich geformt, Kopf symmetrisch (7961).

Fig. 8 Breiter Zahn mit offenen Synklinalformen; Dentinübergänge zwischen den Triangeln, Sl 3 schwach provergent, Vorderkappe symmetrisch (55670).

Fig. 9 Kleiner M_1 mit provergenter Sl 3, Neigung des Kopfes nach buccal durch etwas stärkere Sb 3 gegenüber Sl 4 (59911).

Fig. 10 Lingual- und Buccalsynklinalen überschneiden sich deutlich, Sl 3 provergent, Sl 4 und Sb 3 gleichmäßig stark eingetieft, Al 5 und Ab 4 deutlich (23577).

Fig. 11 Sl 3 provergent, liegt kaum über Sb 3, Sl 4 wenig flacher als Sb 3 (7937).

Fig. 12 Ähnliches Erscheinungsbild wie Fig. 11, die Synklinalen (Sl 1-3 und Sb 1u.2) überschneiden sich stärker (9367).

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

Tafel XVIII

M_1 Arvicola terrestris, rezent

Fig. 1 Allgemein stark einschneidende Synklinalen, Sl 3 provergent, Sl 4 und Sb 3 tief und eng, dadurch deutliche Halsbildung, Vorderkappe mit deutlichen Antiklinalen Al 5 und Ab 4 (23577).

Fig. 2 Provergente Sl 3, Sl 4 und Sb 3 deutlich, ebenso Al 5 und Ab 4; Triangel mit kleinen Einbuchtungen an den Spitzen (25874).

Fig. 3 Bei provergenter Sl 3 ist Sb 3 stärker ausgebildet als Sl 4, Neigung des Kopfes nach buccal (52115).

Fig. 4 Bei provergenter Sl 3 ist auch Sb 3 provergent gebildet, Sl 4 ist weit gerundet (23574).

Fig. 5 Sl 3 provergent, Sb 3 gewinkelt, Sl 4 gerundet, Neigung des Kopfes nach buccal (34502).

Fig. 6 Provergente Sl 3, Sb 3 enger als Sl 4 (34501).

Fig. 7 Kleines Exemplar mit leicht provergenter Sl 3, Sb 3 flach und gerundet, Sl 4 stärker einspringend (56837).

Fig. 8 Bei provergenter Sl 3 ist Sl 4 deutlich stärker als Sb 3, Al 5 kräftiger als Ab 4; kleine Einbuchtung (Sb 4) (47220)

Fig. 9 Ähnlich Fig. 8, Zahn breiter, Al 5 mehr gerundet, Andeutung einer Sl 6 (20985).

Fig. 10 Provergente Sl 3, Sl 4 stärker als Sb 3, Al 5 deutlicher als Ab 4 (34499).

Fig. 11 Sl 3 provergent, Sl 4 und Al 5 deutlicher als Sb 3 und Ab 4 (48958).

Fig. 12 Provergente Sl 3, Sl 4 gewinkelt, Sb 3 flacher; Al 5 weiter als Ab 4 (48957).

1

2

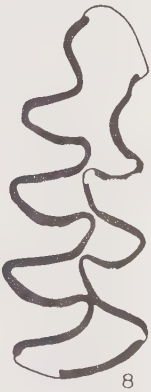
3

4

5

6

7


8

9

10

11

12

Tafel XIX

M_1 Arvicola sapidus, rezent

Fig. 1 Offene, äquilaterale Sl 3, Sl 4 geringfügig stärker als Sb 3, Al 5 spitz im Gegensatz zu Ab 4 (22142).

Fig. 2 Äquilaterale Sl 3, Sl 4 stärker einspringend als Sb 4, Al 5 deutlicher als Ab 4, Andeutung von Sl 6 (22434).

Fig. 3 Noch äquilaterale Sl 3, Sl 4 und Al 5 etwas stärker als Sb 3 und Ab 4, Kopf groß (21466).

Fig. 4 Provergente Sl 3, Ausprägungen von Sl 4 und Sb 3 ähnlich (21872).

Fig. 1-4: An der Luvseite des T 2 jeweils schwache Ausbuchtungen.

Fig. 5 Schwach provergente Sl 3, Sl 4 etwas stärker als Sb 3, Al 5 im Gegensatz zu Ab 4 etwas deutlicher (19682).

Fig. 6 Bei provergenter Sl 3 ist Sl 4 stärker als Sb 3, Al 5 gleichzeitig kräftiger als Ab 4 (20641).

Fig. 7 Provergente Sl 3, Sl 4 gewinkelt, Sb 3 gerundet; Al 5 spitz, Ab 4 gerundet; Andeutung von Sl 6 (21465).

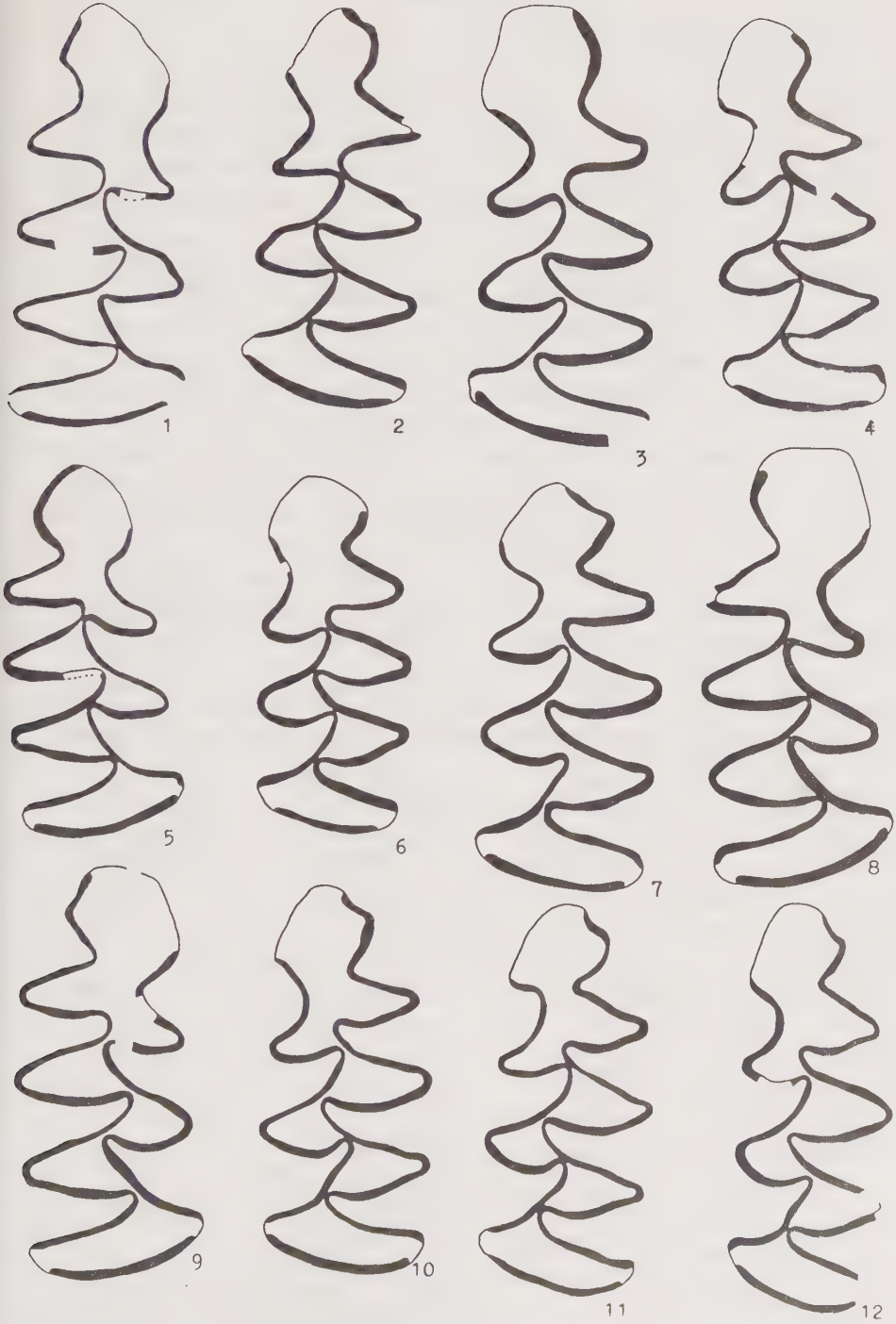
Fig. 8 Großes Exemplar, Sl 3 provergent, Sl 4 und Al 5 stärker als Sb 3 und Ab 4 (21466).

Fig. 9 Provergente Sl 3, Sl 4 schneidet stärker ein als Sb 3, Al 5 spitzer als Ab 4, Andeutung einer Sl 6 (21535).

Fig. 10 Deutliche Provergenz der Sl 3, Sl 4 gewinkelt, Sb 3 flach, Al 5 deutlich stärker als Ab 4 (19677).

Fig. 11 Bei provergenter Sl 3 ist Sb 3 gerundet, Sl 4 einspringend; Al 5 deutlich mit anschließender Sl 6 (21871).

Fig. 12 Provergente Sl 3, Sl 4 gewinkelt, Al 5 spitz mit anschließender Sl 6, Sb3 und Ab 4 flach gewölbt (55716).


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

Tafel XX

M_1 Arvicola sapidus, rezent

Fig. 1 Provergente Sl 3, Sl 4 und Al 5 wesentlich deutlicher als Sb 4 und Ab 4, Sl 6 schwach vorhanden (23201).

Fig. 2 Sl 3 provergent, Unterschied zwischen gerundeter Sb 3 und gewinkelter Sl 4 deutlich, Al 5 ebenfalls deutlicher als Ab 4 (22144).

Fig. 3 Bei provergenter Sl 3 ist Sl 4 tiefer und deutlicher provergent als Sb 3, Al 5 stärker als Ab 4 (21465).

Fig. 4 Sl 3 provergent, Sl 4 etwas stärker als Sb 3 (19682).

Fig. 5,6 M_1 aus zusammengehörenden Mandibelästen; beide Molaren zeigen provergente Sl 3 und tieferes Einschneiden der Sl 4 gegenüber Sb 3; der Unterschied zwischen den Synklinalen (Sl 4 und Sb 3) ist bei dem linken M_1 wesentlich deutlicher. Andeutung einer Mimomyskante nur bei dem rechten Exemplar; beide Molaren zeigen Komplikationen an Sb 1 (23203).

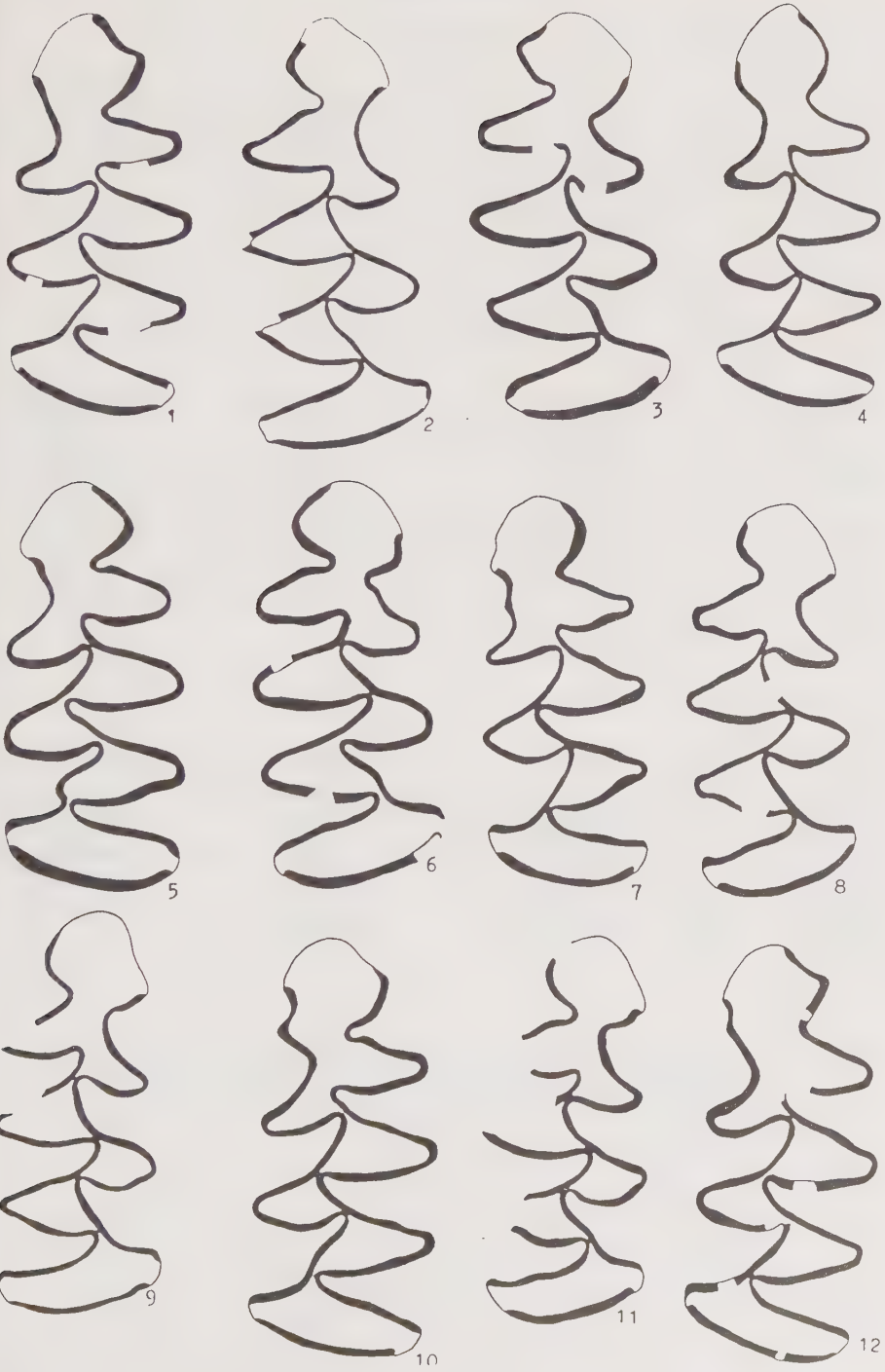
Fig. 7,8 Ebenfalls aus rechter und linker Unterkieferhälfte. Beide Zähne zeigen provergente Sl 3 und stä kere Sl 4 gegenüber Sb 3; Ausbuchtung bei Sb 3 (Mimomyskante?) nur links (21870).

Fig. 9 Deutlich provergente Sl 3, die den Übergang zwischen T 4 und T 5 einschränkt, Sl 4 nur wenig stärker als Sb 3 (21872).

Fig. 10 Tief einschneidende provergente Sl 3, Sl 4 enger und tiefer als Sb 3, Al 5 deutlicher als Ab 4; relativ deutliche Sb 4 (18504).

Fig. 11 Provergenz der Sl 3, Sl 4 schneidet tiefer ein als Sb 3, Kopf breit und kurz (21871).

Fig. 12 Sl 3 ist provergent, Sl 4 deutlicher als Sb 3, Al 5 kräftiger als Ab 4; Andeutung von Sl 6 und Sb 5 (21534).


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

Tafel XXI

Arvicola (M^3) aus Hunas, G1 unten

Fig. 1 Nur ein Triangel völlig geschlossen, Hinterlobus steht mit T 3 in Verbindung, Sl 3 ist weit und weder tief noch postvergent (H 6/11).

Fig. 2 Zwei geschlossene Triangel, Sl 3 tief und postvergent (H 12/7).

Fig. 3 Vgl. Fig. 2, Hinterkappe hier länger (H 12/5).

Fig. 4 Zwei völlig geschlossene Triangel (T 2 u. T 3), Sl 3 leicht postvergent, Sb 3 deutlich, Hinterkappe kurz (H 12/2).

Fig. 5 Tiefe, postvergente Sl 3, Verbindung T 4 mit der Hinterkappe eingeschränkt (H 12/6).

Fig. 6 Deutlich postvergente Sl 3, sie ist an Sl 2 angeglichen, 2 1/2 geschlossene Dentindreiecke (H 12/4).

Fig. 7 Durch starke Postvergenz der Sl 3 und deutliche Sb 3 ist ein drittes Triangel (T 4) geschlossen (H 12/8).

Fig. 8 Postvergente Sl 3, drei geschlossene Triangel, Andeutung einer Sl 4 (H 12/3).

Hunas, G1 mitte-unten

Fig. 9 Nur ein Dentindreieck geschlossen, Übergang T 3/T 4 bleibt durch nicht tief angelegte, äquilaterale Sb 2 erhalten, Sl 3 postvergent (H 29/27).

Fig. 10 Sl 3 deutlich postvergent und tief, dadurch T 4 beinahe geschlossen (H 29/28).

Fig. 11 Vergleichbar mit Fig. 10 (H 29/29).

Hunas, K

Fig. 12 Drei deutlich geschlossene Triangel durch Postvergenz der lingualen und buccalen Synklinalen (H 55).

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

Tafel XXII

Arvicola (M^3) aus der Zoolithenhöhle

Fig. 1 Zwei geschlossene Triangel, Hinterkappe kurz, Sl 3 postvergent, T 4 nur zur Hälfte geschlossen (Z WS 59/3).

Fig. 2 Zwei geschlossene Triangel, Verbindung T 4 mit der Hinterkappe breit (Z WS 65/5).

Fig. 3 Übergang zwischen T 4 und Hinterkappe durch Sl 3 und Sb 2 eingeschränkt, Andeutung einer Sl 4 (Z WS 66/12).

Fig. 4 Sl 3 sehr tief und postvergent, Sb 3 nur sehr flach, daher noch Verbindung zwischen T 4 und Hinterkappe (Z GL 70/19).

Fig. 5 Sl 3 postvergent, dabei weit, nur zwei geschlossene Dentindreiecke, Andeutung von Sl 4, Hinterkappe lang gestreckt (Z GL 70/20).

Weinberghöhle

Fig. 6 Drei geschlossene Triangel, Sl 3 stark postvergent, Hinterkappe kurz (Wh 41/1).

Fig. 7 Großer Zahn, T 4 nicht völlig geschlossen, Sl 3 postvergent, Sl 4 schwach, Hinterkappe gestreckt (Wh 41/2).

Fuchsenloch, Schicht C

Fig. 8 2 1/2 geschlossene Dentindreiecke, Sl 3 postvergent, Andeutung von Sl 4 (2882).

Gundersheim

Fig. 9 Nur ein Dentindreieck geschlossen, Sl 3 nicht tief, beinahe äquilateral, Hinterkappe groß (Gu 36/12).

Fig. 10,11 Aus rechter und linker Oberkieferhälfte. Jeweils drei geschlossene Triangel, Hinterkappe "eiförmig", vollständig von Schmelz umgeben; Sl 3 jeweils postvergent (Gu 39/29).

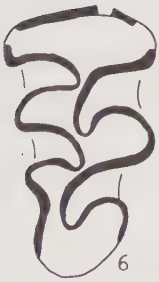
1

2

3

4

5


6

7

8

9

10

11

Tafel XXIII

M^3 Arvicola terrestris rezent

Fig. 1 Keine Schmelzbandunterbrechung sichtbar, Konfluenz der Triangel, Synklinalen offen und nicht postvergent, kleine, runde Hinterkappe, juv. (7480).

Fig. 2 Schmelzband nur an der Hinterkappe unterbrochen, Triangel noch konfluent, Sl 2 und 3 nur schwach postvergent (juv.) (34504).

Fig. 3 Hinterkappe extrem klein, Al 4 nur angedeutet, Sl 3 offen (33132).

Fig. 4 Nur zwei geschlossene Dreiecke, Sl 3 äquilateral und weit, T 4 in die Hinterkappe mit einbezogen (56837).

Fig. 5 T 2 klein und kurz, Sl 3 beginnend postvergent, Hinterkappe kurz (49804).

Fig. 6 Sl 3 nicht tief, beginnend postvergent; T 4 klein, mit in den Bereich der Hinterkappe einbezogen (7937).

Fig. 7 Dentinbrücke zwischen T 2 und T 3, Sl 3 kurz, offen, nicht postvergent, T 4 im Bereich der Hinterkappe (47447).

Fig. 8 Zwei geschlossene Triangel, Antiklinalen verrundet, Sl 3 flach, Hinterkappe schmal (47266).

Fig. 9 Sb 2 sehr tief, Sl 3 eng, aber nicht deutlich postvergent, Hinterkappe breit; Sl 3 und Sb 2 treffen zusammen (47220).

Fig. 10 Vergleichbar mit Fig. 9, zwei große Triangel werden von der Hinterkappe getrennt, flache Sb 3 (48959).

Fig. 11 Sl 2 stark postvergent, T 3 dadurch bauchig; Sl 3 nicht tief und offen (37170).

Fig. 12 Zwei geschlossene Dreiecke, Sb 2 tief und postvergent, Sl 3 kurz, Sb 3 relativ deutlich, Hinterkappe lang (45562).

Fig. 13 T 2,3 und 4 sind nichtdeutlich voneinander getrennt, Sl 3 postvergent, Hinterkappe kurz (58093).

Fig. 14 T 4 wird durch Postvergenz der Sl 3 zur Hälfte geschlossen, Andeutung von Sl 4, Hinterkappe kurz (58210).

Fig. 15 Entspricht morphologisch Fig. 14, Zahn ist kleiner (35833).

Fig. 16 Nur T 2 vollständig geschlossen, Sl 3 postvergent (34503).

Fig. 17 2 1/2 geschlossene Triangel, Sb 3 deutlich, Sl 3 beginnend postvergent (55670).

Fig. 18 Sl 3 deutlich postvergent, 2 1/2 Triangel geschlossen (23888

Fig. 19 Beginnende Abschnürung von T 4 durch Sl 3 (35407).

Fig. 20 Ähnlich Fig. 19, Al 4 hier rund (23574).

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20

M^3 Arvicola terrestris rezent

Fig. 1 Tiefe, postvergente Sl 3, beginnende Abschnürung von T 4 (23577).

Fig. 2 Sl 3 postvergent, 2 1/2 geschlossene Triangel, Hinterkappe länglich (20985).

Fig. 3 Sl 3 postvergent, relativ weit, Sb 3 relativ deutlich, Hinterkappe klein (51237).

Fig. 4 2 1/2 geschlossene Dreiecke, Al 4 länger als bei Fig. 3 (58136).

Fig. 5 Schmaler Übergang zwischen T 4 und Hinterkappe (45561).

Fig. 6 Al 4 lang, Sl 3 deutlich postvergent (34501).

Fig. 7 Ähnlich Fig. 6, Hinterkappe kleiner (10220).

Fig. 8 Wenig postvergente Sb 2, Sl 3 stark postvergent, Hinterkappe schmal (31311).

Fig. 9 Vergleichbar mit Fig. 8, T 4 kleiner, Hinterkappe schmaler (1426).

Fig. 10 Schmaler Zahn, T 4 durch Sl 3 und Sb 3 beinahe von der Hinterkappe getrennt (34499).

Fig. 11 Schmale Dentinübergänge zwischen T 3, T 4 und Hinterkappe leichte Sl 4 (31309).

Fig. 12 Sb 3 nur angedeutet, durch stark postvergente Sl 3 ist T 4 nun von der Hinterkappe getrennt (48958).

Fig. 13 Ähnlich Fig. 12, Hinterkappe etwas länger (34500).

Fig. 14 Drei geschlossene Dentindreiecke, Sb 3 deutlich (9416).

Fig. 15 Durch nur flache Sb 3 ist T 4 noch geringfügig mit der Hinterkappe verbunden (48957).

Fig. 16 Sl 3 schneidet tiefer ein als Sl 2, beide deutlich postvergent, drei geschlossene Triangel (23577).

Fig. 17 Sl 3 sehr tief und postvergent, drei geschlossene Triangel, Hinterkappe sehr kurz (31310).

Fig. 18 Vergleichbar mit Fig. 17, Al 4 größer, breite Hinterkappe (23575).

Fig. 19 Drei geschlossene Triangel, Hinterkappe einfach oval (10264)

Fig, 20 T 2 bauchig, Sb 2 und Sl 3 deutlich postvergent, Hinterkappe länglich (25874).

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20

M^3 Arvicola sapidus rezent

Fig. 1 Zwei geschlossene Dreiecke, Ab 3 in den Bereich der Hinterkappe mit einbezogen, Sl 3 nicht so tief und postvergent wie Sl 2 (19679).

Fig. 2 Ähnlich Fig. 1,aber nur ein Triangel völlig geschlossen, Sb 3 deutlicher (21465).

Fig. 3,4 Aus einem Oberkiefer stammend; ähnliche Formen, bei Fig. 3 durch wenig tiefgreifende Sb 2 Konfluenz zwischen T 3 und T 4, dagegen zeigt Fig. 4 zwei geschlossene Triangel durch tiefere, postvergente Sb 2 (21872).

Fig. 5 Alle Synklinalen sind offen und weit, da sie sich nicht überschneiden, tritt Konfluenz der Triangeln auf. Hinterkappe wird distal schmaler, Sl 4 angedeutet (22142).

Fig. 6 Sb 2 nicht sehr tief, kaum postvergent, auch Sl 3 weder tief noch deutlich postvergent, T 4/5 konfluent (21535).

Fig. 7 Durch im Vergleich zu Fig. 6 tiefere Sb 2 sind T 2 und T 3 deutlich getrennt, Sl 3 schwach postvergent, leichte Sl 4 (23201).

Fig. 8 Ähnlich Fig. 7, Hinterkappe länger, keine Sl 4 (21466).

Fig. 9 Zwei geschlossene Triangel, Sb 3 deutlich und stärker als Sl 4, Hinterkappe weist nach buccal (19682).

Fig. 10 Beinahe drei Triangel geschlossen, da Sl 3 tief, kurze Hinterkappe (55717).

Fig. 11 Zwei geschlossene Triangel, T 4 deutlich aber in Verbindung mit der Hinterkappe, die lingual kleine Ausbuchtung zeigt (19681).

Fig. 12 Ähnlich Fig. 11, Hinterkappe zeigt deutliche Sl 4 (19677).

Fig. 13 2 1/2 geschlossene Triangel, Hinterkappe wird nach distal schmaler (18504).

Fig. 14 Drei Triangel beinahe völlig geschlossen (20640).

Fig. 15 Auch T 4 fast geschlossen, kurze, breite Hinterkappe, dort lingual kleine Ausbuchtung (vgl. Fig. 11) (21870).

Fig. 16,17 Zähne stammen aus einem Oberkiefer, beide zeigen Komplikationen an Sl 2, Sl 3 jeweils tief und postvergent, T 4 fast geschlossen (22144).

Fig. 18 Zwei geschlossene Dentindreiecke, Schmelz reicht von buccal weit über die Hinterkappe, nach Sb 3 folgt kleine Ausbuchtung (22434).

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18

Tafel XXVI

M_1 Microtus, Hunas G2 oben

Fig. 1 r/roi: keine Andeutung von Sl 5 bei erfolgtem Microtus-Schritt, alle Lingualsynklinalen deutlich provergent (H 22/2)

Fig. 2 r: Sl 5 vorhanden, mit Zement gefüllt, Al 5 spitz, Sl 3 und Sl 4 offen provergent (H 24/56).

Fig. 3 r: Sl 3 provergent, Sl 4 weit aber gewinkelt, T 1/2 konfluent, seichte Sl 5 (H 22/13).

Fig. 4 r: Sl 4 leicht provergent, Sl 5 vorhanden (H 25/93).

Fig. 5 r: vergleichbar mit Fig. 4 (H 25/97).

Fig. 6 m: Sl 4 schneidet tief ein und ist deutlich provergent; deutliche Sl 5, anschließend Al 5 (24/61).

Fig. 7 m: deutliche Ab 4, anschließend Sb 4 (H 25/92).

Fig. 8 m: ähnlich Fig. 7, Vk kräftiger (H 25/83).

Fig. 9 m: Sl 4 deutlich tief und provergent, T 6 deutlich, Sb 4 flach, Sl 5 deutlich (H 25/82).

Fig.10 m: sehr deutlich entwickelte Al 6, T 6 kürzer als T 7 (H 22/17).

Fig.11 m: T 6 durch tiefe Sl 4 beinahe geschlossen, T 6 deutlich kürzer als T 7, Anklänge an ag (H 22/5).

Fig.12 m/ar: Sb 4 wesentlich flacher als Sl 5, Vk daher asymmetrisch, T 6/7 konfluent (H 23/34).

Fig.13 g/m: Ab 4 undeutlicher als bei Fig. 6, Sl 5 weit und offen (23/32).

Fig.14 g/m: Sb 4 relativ stark, Ab 4 deutlich, nach mesial gerichtet, breite Vk (H 22/20).

Fig.15 g/m: noch Anklänge an m, durch Lage und Form der Sl 4; (H 25/95).

Fig.16 g: Sl 4 äquilateral, Al 5-Sinuid , Sl 5 deutlich (H 23/43).

Fig.17 g: kurze, breite Vk, Sb 4 seicht, Sl 4 äquilateral (H 22/19).

Fig.18 g: noch äquilaterale Sl 4, Vk durch stärkere Sl 5 schmal (H 25/100).

Fig.19 g: T1/2 konfluent, Sl 4 u. 5 äquilateral, Sb 4 seicht (H 23/2

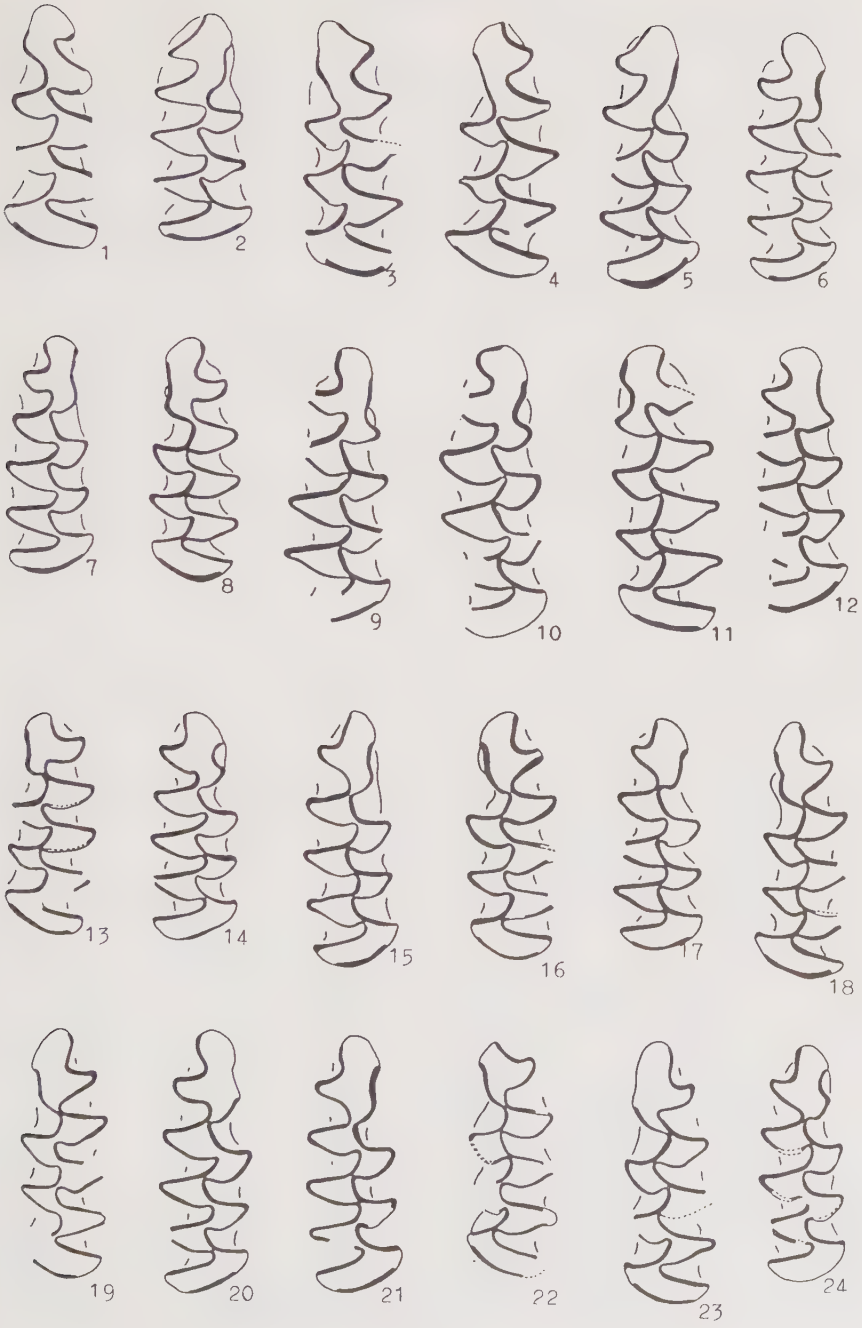
Fig.20 g: Sl 4 leicht provergent, T 4/5 Übergang (H 25/85).

Fig.21 g: weit offene Sl 4 (H 24/71).

Fig.22 g: Sl 4 beginnend provergent, Vk kurz, keine Al 6 (H 25/89).

Fig.23 g: Sl 4 provergent, überschneidet Sb 3, Sb 4 fehlt (H 24/68).

Fig.24 g/ar: T 6 kurz, aber deutlicher als bei g-Formen, Sl 4 äquilateral, Sb 4 deutlich (H 23/35).


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

Tafel XXVII

M_1 Microtus, Hunas G2 oben

Fig. 1 ad: T 4/5 sowie T 6/7 breit konfluent, 2. Anteroconidhals (Übergang maskii) (H 23/41).
Fig. 2 ad: vergleichbar mit Fig. 1, Al 6 schwächer (H 22/16).
Fig. 3 ad: ähnlich Fig. 2 (H 22/13).
Fig. 4 ad: Sl 3 und Sl 4 äquilateral, Sl 5 und Sb 4 schwach (H 23/44
Fig. 5 ad/ar: T 4/5 Übergang durch leicht provergente Sl 3 eingeschränkt (H 23/48).
Fig. 6 ad/ar: vgl. Fig. 5, Vk durch deutlichere Al 5 und Ab 5 breiter (H 22/8).
Fig. 7 ar: Sl 3 tief und provergent, Sl 4 äquilateral, Sl 5 und Sb 4 flach (H 25/81).
Fig. 8 ar: Sl 4 äquilateral, Sl 5 und Sb 4 deutlich, weit, (H 24/63)
Fig. 9 ar: Sl 4 äquilateral, Sl 5 und Sb 4 enger als bei Fig. 8 (H 22/4).
Fig.10 ar: Sl 4 äquilateral, T 7 kurz, Sl 5 und Sb 4 deutlich (H 23/42).
Fig.11 ar: ähnlich Fig. 10, T 7 größer (H 24/78).
Fig.12 ar: äquilaterale Sl 4, Al 6 mit kleiner Kante (H 24/64).
Fig.13 ar: Sl 4 äquilateral, Kopf schmal durch schwache Ab 5 (H 23/40).
Fig.14 ar: T 4 und T 5 durch schmale Dentinbrücke verbunden, Sl 4 äquilateral, Sl 5 und Sb 4 deutlich, seitlich geöffnet, Al 6 und Ab 5 kräftig (H 23/33).
Fig.15 ar: Sl 4 äquilateral, weit, Sl 5 und Sb 4 nicht tief, Dentinbrücke zwischen T 2/3 und T 4/5 (H 24/62).
Fig.16 ar: Sl 4 äquilateral, T 7 kurz, tiefe, leicht provergente Sl 5 und Sb 4, Al 6 und Ab 5 kräftig (H 24/77).
Fig.17 ar: vergleichbar mit Fig. 16, kleinerer Zahn (H 22/26).
Fig.18 ar: kurze Vk, Al 6 und Ab 5 kaum ausgebildet (H 22/12).
Fig.19 ar: Sl 4 beginnend provergent, Sl 5 stärker als Sb 4, Al 6 stärker als Ab 5 (H 23/28).
Fig.20 ar: Sl 4 provergent, durch Lage und Form der Sb 4 weist T 6 nach mesial (H 24/58).
Fig.21 ar: durch tiefe Sl 5 und Sb 4 Halsbildung (H 25/98).
Fig.22 ar: kurze Vk (H 25/88).
Fig.23 ar: Sl 5 stärker als Sb 4, Al 6 deutlicher als Ab 5 (H24/73).
Fig.24 ar: Sl 5 und Al 5 deutlicher als bei Fig. 23 (H 24/53).

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

M_1 Microtus, Hunas, G2 oben

Fig. 1 ar/ag: starke Überschneidung der lingualen und buccalen Synklinalen, Sl 4 provergent, T 6 zur Hälfte geschlossen (H 25/79).
Fig. 2 ar/ag: T 6 durch Sl 4 von T 7 getrennt, Halsbildung (H 25/91).
Fig. 3 ar/ag: vgl. Fig.2, Sl 4 provergent, Sl 5 u. Sb 4 flacher (H 22/3).
Fig. 4 ar/ag: ähnlich Fig. 2 (H 24/74).
Fig. 5 ag: T 6/7 getrennt, Konfluenz zwischen T 4 u. 5 (H 24/52).
Fig. 6 ag: Trennung von T 6 u. T 7, rundlicher Kopf (H 23/50).
Fig. 7 ag: ähnlich Fig. 6 (H 25/80).
Fig. 8 ag: stark provergente Sl 4, T 7 und Kopf klein (H 25/90).
Fig. 9 ar/ag: T 6 halb geschlossen, Sl 5 u. Sb 4 tief (maskii)(H 24/75
Fig.10 par: Sl 4 äquilateral, kleiner Kopf mit Sl 6, Sb 5 (H 22/9).
Fig.11 par: kleine Sb 5, Sb 4 u. Sl 5 versetzt angeordnet (H 25/84).
Fig.12 par: ähnlich Fig. 10, Al 6 deutlicher (H 24/57).
Fig.13 par: breiter Kopf durch Al 6 und Ab 5 (H 23/39).
Fig.14 par: vergleichbar mit Fig. 13 (H 22/1).
Fig.15 par: offene Sl 4, T 8 ausgebildet, Al 6 flach (H 22/25).
Fig.16 par: ähnlich Fig. 15, Al 6 deutlicher (H 22/7).
Fig.17 par: Al 6 und Ab 5 deutlich durch Sl 6, Sb 5 (H 23/27).
Fig.18 par: Al 6 und Ab 5 deutlich, Vk nach buccal geneigt (H 24/71).
Fig.19 par: Ab 5 u. Sb 5 deutlicher als Al 6 u. Sl 6 (H 23/36).
Fig.20 par: aberrante Form, Komplikation an Ab 5 (H 24/76).
Fig.21 par/maskii: Sb 5 u. Sl 6 angedeutet, (H 24/51).
Fig.22 par/maskii: Al 6 und Ab 5 rund, durch Halsabschnürung ist die Vk in zwei Felder geteilt (H 25/86).
Fig.23 ar/n: zwar kleiner Zahn, aber kurze Vk, mit schwacher Ab 4, rein morphologisch Übergang n/ar (H 22/11).
Fig.24 ar (aberrant): Vk stark reduziert, bei breit ausladenden T 6 und T 7 (H 24/66).

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

Tafel XXIX

M_1 Microtus, Hunas G1 unten

Fig. 1 r: Al 5 kurz und verrundet, Sl 3 vorhanden, VK rundlich (H 30/6).
Fig. 2 r: Vk gestreckter als bei Fig.1 (longi-r), Al 5 spitz (H31/31).
Fig. 3 r: breite Vk, Sl 5 seicht (H 30/1).
Fig. 4 r: Sl 4 stark provergent, Sl 5 flach, longi-r (H 31/41).
Fig. 5 r: Sl 5 deutlich, Sl 4 offen provergent (H 32/86).
Fig. 6 r: "geschlossene" provergente Sl 4, Sl 5 deutlich, Vk lang (H 31/37).
Fig. 7 r: Sl 4 provergent, Umbiegestelle rund, Al 5 rund (H 32/71).
Fig. 8 gud: Al 5 durch Sl 5 nach mesial gerichtet, provergente Sl 4, Kantenbildung (Ab 4) (H 32/88).
Fig. 9 gud: Sl 4 provergent, starke Ab 4 (H 32/82).
Fig.10 m? gud? : evtl vergleichbar mit Fig.52/8 u. 52/10 bei CHALINE, 1972 (H 30/23).
Fig.11 m/ar: Ab 4 deutlich, schon als Dreieck entwickelt (H 31/33).
Fig.12 m/g: breite Ab 4, Sl 4 deutlich über Sb 3 (H 31/55).
Fig.13 goi/sm: T 4/5 konfluent, beide durch Sl 4 und Sb 3 von der Vk getrennt; Ab 4 rund, Sb 4 vorhanden (H 31/48).
Fig.14 g/m: Ab 4 relativ deutlich, Sl 4 äquilateral, mesial schmal (H 31/32).
Fig.15 g: ähnlich Fig.14, Vk kürzer (32/92).
Fig.16 g: Sl 4 äquilateral. offen, Al 5 verrundet, Ab 4 flach, Vk lang (H 31/57).
Fig.17 g: Sl 4 äquilateral, offen, Vk buccal flach, Vk kurz (H 30/7).
Fig.18 g: Sl 4 provergent, Sl 5 deutlich (H 30/17).
Fig.19 g: Vk lang und schmal, Ab 4 als kleine Kante (H 31/61).
Fig.20 g: Sl 4 provergent, keine Sb 4 (H 31/36).
Fig.21 g: leichte Sb 4 (H 31/38).
Fig.22 g/m: Sl 4 deutlich provergent, weit über Sb 3, Ab 4 und Sb 4 flach (H 32/69).
Fig.23 g/m: ähnlich Fig. 22, keine Sb 4 (H 32/76).
Fig.24 g: Sl 4 provergent, eng, breite Vk (H 30/29).

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

M_1 Microtus, Hunas G1 unten

Fig. 1 ad: T 4/5 breit konfluent, Sl 4 provergent (H 32/74).
Fif. 2 ad/ar: durch leichte Provergenz der Sl 3 wird Konfluenz von T 4/5 eingeschränkt (H 31/56).
Fig. 3 ad/ar: ebenfalls T 4/5 eingeschränkt konfluent (H 30/8).
Fig. 4 ad/ar: Sl 4 offen, äquilateral, T 4/5 fast getrennt (H 31/54
Fig. 5 ad/par: deutlich Ab 5 und Sb 5 vorhanden, nur T 1-3 völlig getrennt (H 30/11).
Fig. 6 ad/par: T 4/5 konfluent, von T 6/7 getrennt, Sl 4,5 und Sb 3,4 äquilateral, Sb 5 und Sl 6 flach (H 32/70).
Fig. 7 ar: kurze Vk, Sl 5 flach, ohne Zement (H 32/94).
Fig. 8 ar:Sb 3 und Sl 4 äquilateral, Sl 5 und Sb 4 flach (H 32/100).
Fig. 9 ar: Sl 4 äquilateral, Vk schmal, kleine Dentinverbindung zwischen T 4/5 (H 32/73).
Fig.10 ar: vgl. Fig.9, Al 6 stärker (H 32/93).
Fig.11 ar: vgl. Fig.10, Al 6 verrundet (H 32/91).
Fig.12 ar: Al 6 deutlich, spitz, Hals durch Sl 5, Sb 4 (H 32/98).
Fig.13 ar:Sl 4 äquilateral, Andeutung von Al 6 (H 32/67).
Fig.14 ar: Vk länger und breiter als bei Fig. 13 (H 30/26).
Fig.15 ar: Sl 4 äquilateral, breiter Kopf (H 31/40).
Fig.16 ar: kleiner runder Kopf, Sl 4 äquilateral (H 30/15).
Fig.17 ar: Sl 4 äquilateral, T 4/5 durch Dentinbrücke etwas verbunden, breite Vk (H 32/102).
Fig.18 ar: weite, äquilaterale Sl 4 (H 31/47).
Fig.19 ar: breite Vk, beginnende Halsbildung durch Sl 5, Sb 4 (H 30/2).
Fig.20 ar: vgl. Fig. 19 (H 30/25).
Fig.21 ar: deutliche Halsbildung (maskii?) (H 32/87).
Fig.22 ar: Sl 4 äquilateral, Sl 5 provergent, Halsbildung, Sl 6 und Sb 5 schwach vorhanden (H 30/10).
Fig.23 ar: Sl 4 provergent, sehr kleiner Kopf (H 32/97).
Fig.24 ar: beginnende Provergenz der Sl 4, sie liegt deutlich über Sb 3, auch Sl 5 und Sb 4 verstzt angeordnet (H 32/101).

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

Tafel XXXI

M_1 Microtus, Hunas G1 unten

Fig. 1 ar: Sl 4 äquilateral, durch Sl 6 u. Sb 5 sind Al 6 u. Ab 5 deutlich (H 30/30).

Fig. 2 ar: deutliche Halsbildung, Sb 4 provergent, Kopf nach buccal geneigt, mit Andeutung von Ab 5 u. Al 6 (H 30/4).

Fig. 3 ar: beginnende Provergenz von Sl 4 (H 30/5).

Fig. 4 ar: Al 6 und Ab 5 andeutungsweise, Sl 4 beginnend provergent (H 31/39).

Fig. 5 ar: Sl 4 und Sb 4 provergent (H 31/43).

Fig. 6 ar/ag: durch Sl 4 ist Übergang T 6/7 eingeengt (H 31/49).

Fig. 7 ar/ag: vgl. Fig. 6, beginnende Halsbildung (H 30/16).

Fig. 8 ar: deutliche Al 6, leicht Sl 6, Halsbildung (H 31/59).

Fig. 9 ar/ag: Sl 4 trennt T 6 zur Hälfte von T 7 (H 30/20).

Fig.10 ar/ag: nicht durch Provergenz, sondern durch die Lage der Sl 4 ist T 6/7 Übergang eingeschränkt (H 31/58).

Fig.11 ar/ag: tiefe Sl 4, Sl 5 stärker Sb 4 (H 32/78).

Fig.12 ar/ag: kurzes T 6, Vk klein (H 31/60).

Fig.13 ar/ag: Sl 4 stark provergent und tief, entspricht den anderen Lingualsynklinalen, Kopf schmal (H 30/13).

Fig.14 ar/ag: Sl 4 tief, deutliche Halsbildung (maskii) (H 31/42).

Fig.15 ar/ag: Sb 4 und Sl 5 deutlich verstzt (H 30/14).

Fig.16 ar/ag: vgl. Fig. 15, Sl 5 flacher, Zahn größer (H 32/66).

Fig.17 ag: T 6 geschlossen, Sb 4, Sl 5 deutlich (H 31/44).

Fig.18 ag: runder Kopf (32/64).

Fig.19 ag: Sl 4 sehr tief, Sb 4 rund im Gegensatz zu Sl 5 (H 30/18)

Fig.20 ag: Al 6 deutlich, Ab 5 flach (H 31/53).

Fig.21 ag: Al 6 noch deutlicher als bei Fig. 20, Sl 6 vorhanden, Sb 5 ganz schwach (H 31/35).

Fig.22 ag: Halsbildung, Al 6, Ab 5 angedeutet (H 32/79).

Fig.23 ag: Hals deutlich, Sl 6 und Sb 5 vorhanden (H 32/75).

Fig.24 ag: Al 6 u. Ab 5 spitz, Sb 5 stärker als Sl 6 (H 32/80).

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

Tafel XXXII

M_1 Microtus, Hunas G1 mitte-unten

Fig. 1 par/ad: deutliche Al 6 und Sl 6, T 4/5 leich konfluent (H 4/85).

Fig. 2 r/gud: Zackenbildung (Ab 4), kurze Vk, Sl 5 vorhanden (H 1/2).

Fig. 3 r/gud: Zackenbildung deutlicher als bei Fig.2 (H 4/97).

Fig. 4 m? gud?: Ab 4 nach distal gerichtet, Sl 4 tief (H 2/28).

Fig. 5 r: brachy-r, Al 5 kurz, Sl 4 äquilateral (H 2/44).

Fig. 6 r: ähnlich Fig.5, Sl 5 deutlicher (H 3/65).

Fig. 7 r: Sl 4 seicht, leicht provergent (H 4/82).

Fig. 8 r: brachy-r (H 2/34).

Fig. 9 r: vgl. Fig.8, ohne Sl 5 (H 3/74).

Fig.10 r: Sb 3 sehr weit, keine Sl 5, vgl. ANGERMANN, 1974, Abb.8 M.nivalis, Var. oeconomus (H 3/73).

Fig.11 r: Andeutung von Sl 4, vgl. ANGERMANN, 1974, M.gud, Var. oec. (H 2/47).

Fig.12 r: Al 5 rundlich (H 1/19).

Fig.13 r: ähnlich Fig.12, Vk kantiger (H 4/93).

Fig.14 r: longi-r, Sl 5 weit provergent, Vk schmal (H 2/51).

Fig.15 r: Al 5 kurz, Vk mesial breit, Zackenansatz (Ab 4) (H 5/101).

Fig.16 h/m: kurze Vk, Sb 3 provergent, Sl 5 schwach (H 1/7).

Fig.17 cf. m: kurze Vk, Sb 3 und Sl 4 deutlich provergent (H 2/25).

Fig.18 g/m: Sb 3 provergent, VK buccal weich gerundet (H 2/26).

Fig.19 g/m: Vk länger und schmaler als bei Fig.18 (H 2/31).

Fig.20 gud?: Sb 3 flach, Zackenbildung (Ab 4) (H 4/96).

Fig.21 g/m: Sb 3 provergent, sonst wie g (H 4/75).

Fig.22 g/m: T 1/2 konfluent, Al 5 und Al 6 spitz, wie auch Ab 4 (H 4/98).

Fig.23 g: Sl 4 äquilateral, Vk schmal (H 2/38).

Fig.24 g: Sl 4 äquilateral, Vk breiter als bei Fig. 23 (H 3/53).

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

Tafel XXXIII

M_1 Microtus, Hunas G1 mitte-unten

Fig. 1 m: Sb 3 und Sl 4 provergent (H 1/17).

Fig. 2 m? gud?: Sb 3 weit offen, Ab 4 prominent, nur vier geschlossene Triangel (H 4/83).

Fig. 3 m: Al 5 verrundet im Gegensatz zu Fig.1 (H 3/59).

Fig. 4 m: Sl 5 und Sb 4 deutlich, T 6 kurz, nach mesial gerichtet (H 2/37).

Fig. 5 m: Vk deutlich lingual betont, großer Zahn (H 3/60).

Fig. 6 m: T 6 beinahe geschlossen, (H 3/62).

Fig. 7 g/m: Übereinander von Sl 4 und Sb 3, Sb 3 provergent, breite Vk (H 3/56).

Fig. 8 g: alle Synklinalen offen, kaum provergent (H 1/20).

Fig. 9 g: Sl 4 äquilateral, Sl 5 offen, flach (H 4/91).

Fig.10 g: ähnlich Fig.9, Sb 3 wird provergent (H 3/54).

Fig.11 g: Sl 5 nun tief und eng, Sb 4 angedeutet, Sl 4 äquilateral (H 1/10).

Fig.12 g: vgl. Fig. 11 (H 4/90).

Fig.13 g: Sl 4 und Sb 3 provergent, Vk kurz, Kantenbildung durch Sb 3 (vgl. m) (H 3/85).

Fig.14 g: Sb 4 im Gegensatz zu Fig.13 angedeutet (H 1/22).

Fig.15 g: T 1/2 konfluent, Ab 4 deutlich (H 4/79).

Fig.16 g: starke Provergenz der Sl 4, Sb 3 nicht (H 1/18).

Fig.17 g: Sl 5 tief, T 7 deutlich (H 2/39).

Fig.18 g: Sl 4 provergent, Sl 5 tief, Sb 3 einfach (H 4/78).

Fig.19 ar/m: Sb 4 und Sl 5 flach, Vk kurz, Sl 1-4 einfach, Sb 3 leicht provergent, (H 4/80).

Fig.20 ar/m: Sb 3 provergent, Sl 4 äquilateral, Sl 5 tief (H 4/76).

Fig.21 ad: T 3,4,5 konfluent, lingual keine provergenten Synklinalen, (H 1/4).

Fig.22 ar: T 5 kurz, Sl 4 äquilateral, (H 4/81).

Fig.23 ar: Sl 1-3, Sb 1-3 provergent, Sl 4 äquilateral, Sl 5 und Sb 4 flach (H 4/84).

Fig.24 ar: Vk auch hier durch wenig tiefes Einschneiden von Sl 5 und Sb 4 breit (H 4/92).

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

Tafel XXXIV

M_1 Microtus, Hunas G1 mitte-unten

Fig. 1 ar: Sl 4 äquilateral, Sl 5 und Sb 4 flach (H 2/30).
Fig. 2 ar: Sl 5 und Sb 4 tiefer als bei Fig.1, Vk rund (H 1/23).
Fig. 3 ar: Vk mesial schmal und eckig, Sl5 und Sb 4 flach (H 1/13).
Fig. 4 ar: breiter Zahn, Vk nach mesial verbreitert (H 1/14).
Fig. 5 ar: Sl 5 vertieft, Vk lingual rund (H 1/21).
Fig. 6 ar: auch Sb 4 tiefer, Al 6 mit leichter Sl 6 (H 2/48).
Fig. 7 ar: vergleichbar mit Fig. 6 (H 2/40).
Fig. 8 ar: Sl 5 und Sb 4 gleich, kleine Sl 5 (H 1/24).
Fig. 9 ar: Sl 4 schwach provergent, Sl 5, Sb 4 flach, T 4/5 leicht konfluent (H 4/95).
Fig.10 ar: Sb 4 stärker als Sl 5, Vk nach buccal geneigt (H 3/55).
Fig.11 ar: leichte Al 6 (H 1/3).
Fig.12 ar: Sb 4 flacher als Sl 5, Sl 4 tief (H 1/12).
Fig.13 ar: vgl. Fig. 12, Sb 4 entspricht Sl 5, Sl 4 weniger tief (H 3/63).
Fig.14 ar: vgl. Fig. 13, Sl 4 und Sl 5 tiefer (H 4/86).
Fig.15 ar: Vk lang, Sb 4 flach und lang (H 4/99).
Fig.16 ag/m: stark provergente Synklinalen überschneiden sich stark Vk breit (H 4/89).
Fig.17 ar/ag: durch tiefe Sl 4 wird T 6 allmählich abgeschnürt (H 3/61).
Fig.18 ar/ag: leichte Al 6, Ab 5 (H 2/36).
Fig.19 ar/ag: leichte Al 6, Vk lang und schmal (H 2/29).
Fig.20 ar/ag: Sl 4 sehr tief, Al 6 deutlich, spitz, dabei bleibt Vk kurz (H 2/32).
Fig.21 ag: T 6 völlig geschlossen, Vk schmal (H 3/68).
Fig.22 ag: 6 geschlossene Triangel, Vk rund (H 3/66).
Fig.23 ag: durch Hals (tiefe Sl 5, Sb 4) ist auch T 7 geschlossen Sl 6 schwach (H 3/63).
Fig.24 par: stark ausgeprägte Al 6, auch hier Dissymmetrie der Triangel (vgl. CHALINE, 1972) (H 1/16).

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

Tafel XXXV

M_1 Microtus, Hunas G1 oben

Fig. 1 n: 4 geschlossene Triangel, Vk breit, Sl 4 und Sb 3 gleichförmig,äquilateral (H 18/21).
Fig. 2 r: 4 Triangel geschlossen, Vk nicht symmetrisch, Al 5 stärker als Ab 4 (H 19/45).
Fig. 3 r: deutliche r-Form, Sl 4 äquilateral (H 18/20).
Fig. 4 r: ähnlich Fig.3, Sl 4 beginnend provergent, Zahn schmaler (H 17/1).
Fig. 5 r: vgl. Fig.3 (H 17/9).
Fig. 6 r: Al 5 verrundet, Sl 4 deutlich provergent (H 20/58).
Fig. 7 r: durch eckige Form der Sb 3 Kantenbildung an der Vk (H 18/16).
Fig. 8 r: Sl 4 äquilateral, kleine Ab 4, Vk lang (H 20/56).
Fig. 9 r: Sl 4 gewinkelt (H 19/41).
Fig.10 r: Sl 4 provergent, durch deutliche Sl 5 ist Al 5 flach (H 18/22).
Fig.11 r: aberrant durch Komplikation an T 4 (H 20/48).
Fig.12 r/g: Sb 3 provergent, dadurch Kantenbildung, T 5 halb geschlossen (H 19/33).
Fig.13 goi/g: Hals durch Sl 4, Sb 3; Sl 3 äquilateral, T 4/5 leicht konfluent (H 18/25).
Fig.14 goi/g: Sl 4 gewinkelt,Al 5 spitz, Dentinverbindungen zwischen Hinterlobus u. T1, T 4/5 (H 17/13).
Fig.15 goi/g: Lingualsynklinalen einfach, Al 5 spitz (H 20/46).
Fig.16 goi/g: trotz provergenter Sl 3 Übergang zwischen T 4/5, Andeutung von Al 6 (H 20/49).
Fig.17 goi/g: Vk mit kleiner Sb 4 (H 17/12).
Fig.18 g: T 4/5 getrennt, Sl 4 äquilateral (H 17/4).
Fig.19 g: Vk mit verrundeten Antiklinalen (H 17/11).
Fig.20 g: Lingualsynklinalen einfach, Ab 4 deutlich (H 17/11).
Fig.21 g: Sl 4 beginnend provergent, Vk buccal flach (H 18/27).
Fig.22 g: Sb 3 nicht provergent, schwache Sb 4 (H 17/6).
Fig.23 g: Sl 5 deutlich, tief, Vk buccal gerade (H 20/53).
Fig.24 g: breite Vk, Sb 4 angedeutet (H 18/30).

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

Tafel XXXVI

M_1 Microtus, Hunas, G1 oben

Fig. 1 g: Vk kurz, nach mesial verbreitert, Ab 4 weist nach mesial (H 20/60).

Fig. 2 g: T 1/2 konfluent, durch Provergenz der Sb 3 Kante (Ab 4) (H 18/18).

Fig. 3 g: vgl. Fig.1, Sl 4 provergent, Vk länger (H 19/36).

Fig. 4 g: Sl 5 tief, Vk buccal gerade (H 17/3).

Fig. 5 g: flache Sb 4, Kopf rund (H 20/52).

Fig. 6 g/m: Ab 4 relativ kräftig, Dissymmetrie nicht mehr so ausgeprägt wie bei den g-Formen (H 19/40).

Fig. 7 m/g: Sl 4 äquilateral, trifft genau mit Sb 3 zusammen (H 17/2).

Fig. 8 m/g: vgl. Fig. 7, Sl 4 gewinkelt (H 19/42).

Fig. 9 m/g: Sl 4 und Sb 3 provergent, T 7 kräftig, buccal kleine Kante (Ab 4) (H 19/37).

Fig.10 m/g: Sl 4 äquilateral rund, Ab 4 deutlich, Vk lingual betont (H 19/43).

Fig.11 m/g: Ab 4 sehr deutlich aber nicht so kräftig wie Al 5 (H 19/32).

Fig.12 g/m: Sl 4 tief provergent, Sl 5 tief, T 6 deutlich, nach mesial gerichtet (H 19/35).

Fig.13 m: Sl 4 ist die tiefste Lingualsynklinale, Vk breit, Sl 5 und Sb 4 gleich flach (H 18/24).

Fig.14 m: Vk nach mesial verbreitert, Ab 4 nach distal weisend (H 19/38).

Fig.15 m: vgl. Fig.14 (H 18/17).

Fig.16 ar/g: T 6 kleiner T 7 (H 18/28).

Fig.17 ad/ar: Sl 4 äquilateral, T 4/5 konfluent (H 19/31).

Fig.18 ad/ar: Übergang T4/5, Sl 4 äquilateral (H 20/47).

Fig.19 ar: Sl 4 äquilateral, Vk einfach (H 19/39).

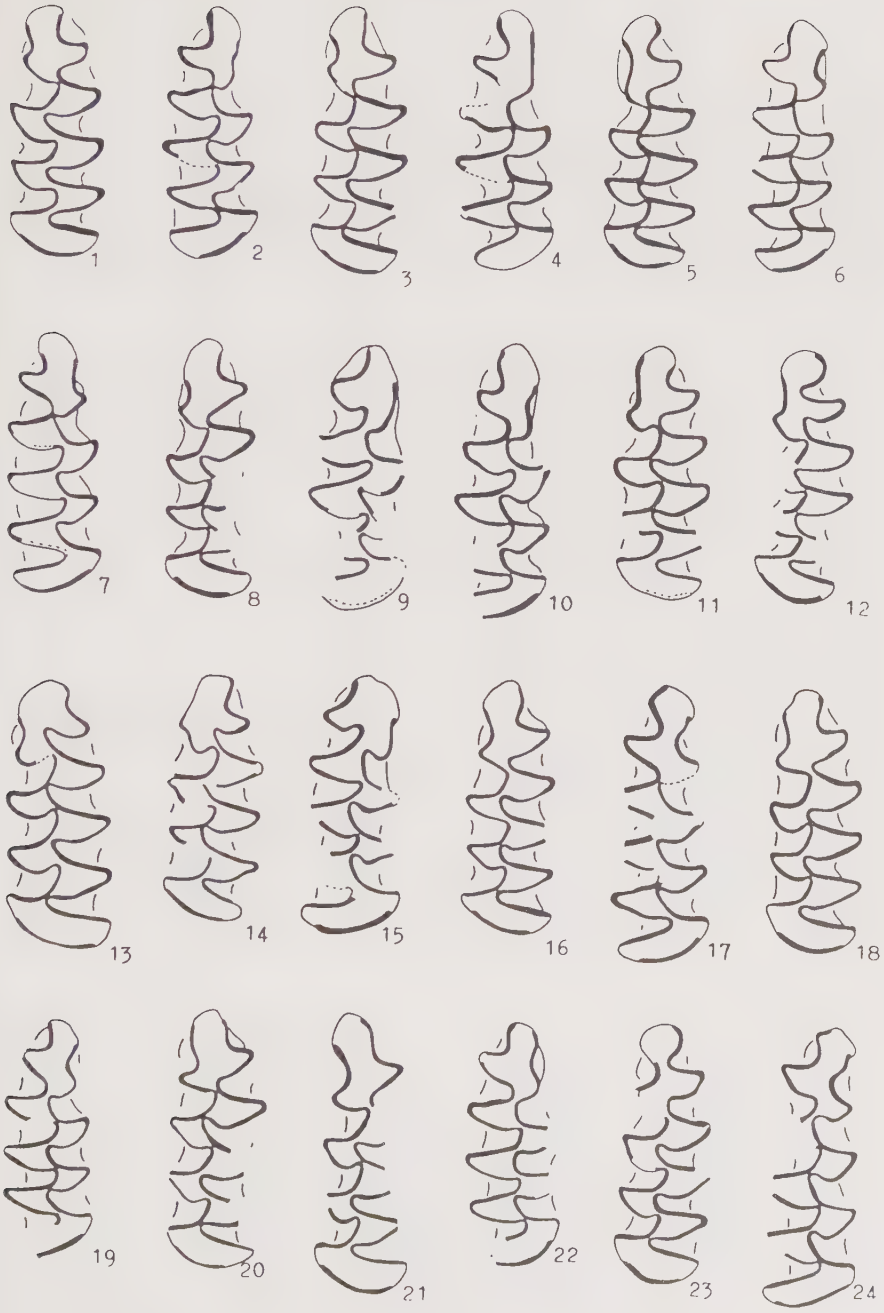
Fig.20 ar: Sl 4 leicht provergent, Vk einfach (H 19/44).

Fig.21 ar: vgl. Fig.20, Vk länger (H 20/62).

Fig.22 ar/g: T 6 kleiner T 7 (H 20/63).

Fig.23 ar/ag: Halsbildung, Übergang T 6/7 eingeschränkt (H 20/55).

Fig.24 par/ag: Sl 4 beginnt T 6 abzutrennen, Al 6 deutlich, aber klein (H 20/51).


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

Tafel XXXVII

M_1 Microtus, Zoolithenhöhle, Guloloch

Fig. 1 g: Sl 4 äquilateral, Sl 5 deutlich (Z 69/37).
Fig. 2 g: Vk schmal, gerade (Z 69/21).
Fig. 3 g: Sl 4 äquilateral, schwache Sb 4 (Z 69/28).
Fig. 4 g: Ab 4 und Sl 5 deutlich, Al 6 deutlich, (Z 69/40).
Fig. 5 g: Ab 4 verrundet, starke Al 6 (Z 69/33).
Fig. 6 g: Sl 4 äquilateral, Sl 5 tief und provergent, Al 6 rund, (Z 69/23).
Fig. 7 ad/ar: T 4/5 nicht vollständig getrennt (Z 70/1).
Fig. 8 ar: Sl 4 äquilateral, Kopf breit (Z 69/52).
Fig. 9 ar: Sl 4 äquilateral, Kopf rund (Z 69/29).
Fig.10 ar: T 6 und T 7 kurz, Vk mit einfachen Synklinalen (Z 69/42)
Fig.11 ar: Sb 4 und Ab 5 flach (Z 69/36).
Fig.12 ar: Andeutung von Sl 6 und Sb 5 (Z 69/32).
Fig.13 ar: kleine Ab 5 und Sb 5 (Z 69/46).
Fig.14 ar: Sl 5 und Sb 4 nicht tief (Z 69/27).
Fig.15 ar: Sl 5 deutlicher als Sb 4 (Z 70/11).
Fig.16 ar: kleine Al 6 und Ab 5 (Z 69/22).
Fig.17 ar: deutliche Sl 5 und Sb 4 (Z 70/4).
Fig.18 ar/ag: T 6/7 durch Sl 4 zur Hälfte getrennt (Z 69/45).
Fig.19 ar/ag: trotz tiefer Sl 4 ist Vk sehr einfach (Z 69/47).
Fig.20 ar/ag: Al 6 deutlich (Z 70/10).
Fig.21 ar/ag: Kopf breit, Al 6 und Ab 4 schwach (Z 69/39).
Fig.22 ar/ag: T 6 beinahe getrennt, Al 6 kräftig (Z 69/17).
Fig.23 ar/ag: Sl 4 und Sb 4 stark angenähert, (Z 69/50).
Fig.24 par: T 6/7 breit konfluent. Al 6 deutlich (Z 69/19).

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

Tafel XXXVIII

M_1 Microtus, Zoolithenhöhle, Wolfsschlucht mitte

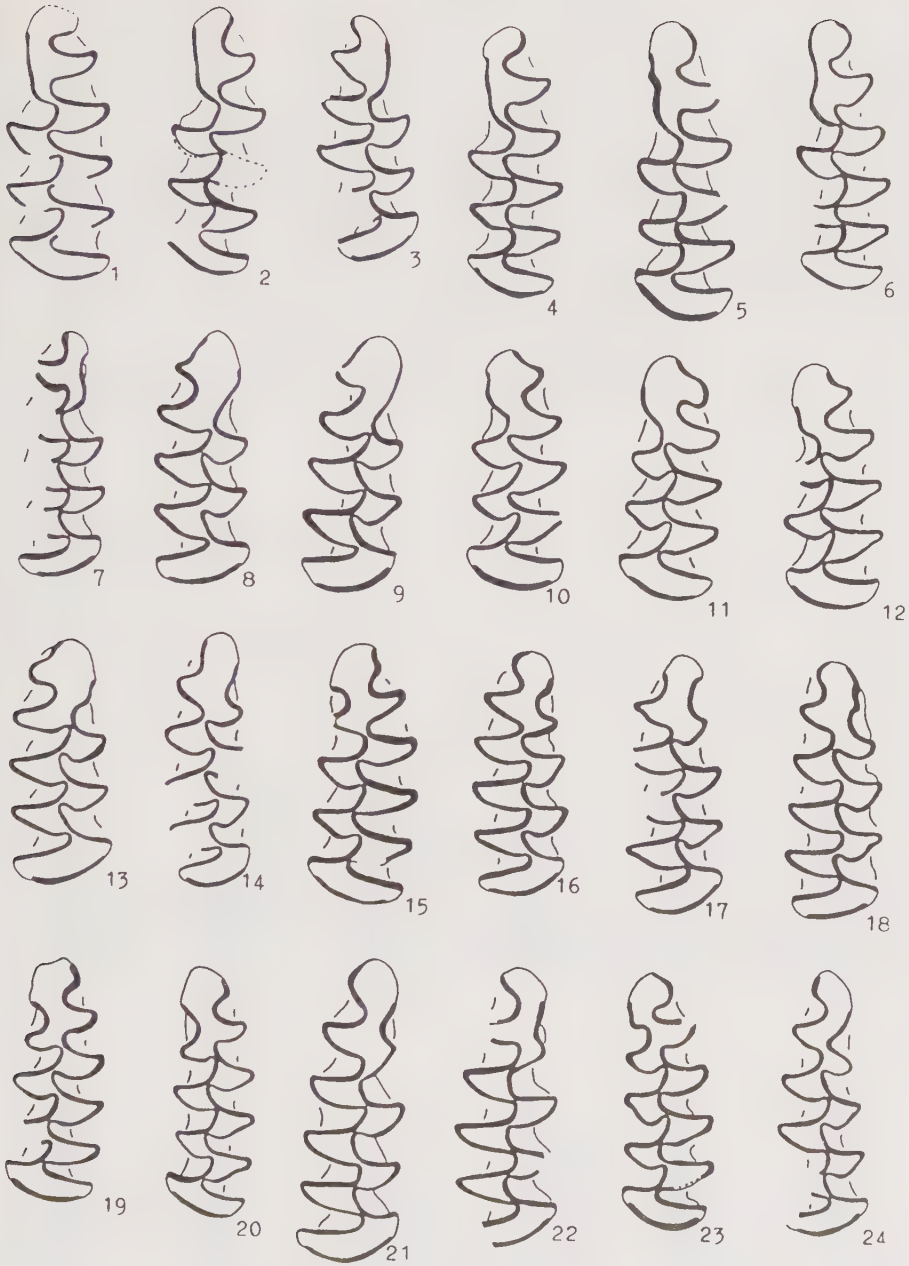
Fig. 1 n/gud: keine Sb 4, fünf geschlossene Triangel, Vk breit (Z 62/5).
Fig. 2 n/gud: leichte Sl 5 und Sb 4, Vk breit (Z 68/6).
Fig. 3 n/gud: vgl. Fig. 1, Ab 4 schwächer (Z 62/11).
Fig. 4 r: Sl 4 äquilateral, Al 5 deutlich, Kopf breit (Z 68/9).
Fig. 5 r: Sl 4 provergent (Z 62/2).
Fig. 6 r: Sl 4 provergent, Vk breit, rund (Z 62/9).
Fig. 7 g: Sl 4 weit offen, kleine Schmelzverdickung an der Vk buccal (Z 62/12).
Fig. 8 g: leichte Sb 4 (Z 68/5).
Fig. 9 g: Sl 4 provergent, Sb 4 und Sl 5 flach (Z 62/1).
Fig.10 g: Sl 4 provergent, Sl 5 tief (Z 62/10).
Fig.11 g/ar: T 7 nach mesial weisend, Ab 4 uns Sb 4 relativ deutlich (Z 62/6).
Fig.12 g/ag: Sl 4 tief und provergent, Trennung T 6/7 beginnend, Sl 5 und Al 6 deutlich (Z 68/8).
Fig.13 ar: Sb 4 flacher als Sl 5 (Z 62/18).
Fig.14 Sl 4 weit, T 6 und T 7 ähnlich (Z 62/7).
Fig.15 ar: Vk kurz, nach buccal geneigt, (Z 62/4).
Fig.16 par/ag: tiefe, provergente Sl 4, Al 6 deutlich (Z 62/3).
Fig.17 par: Halsbildung, Al 6 stärker als Ab 5 (Z 68/10).

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17

Tafel XXXIX

M_1 Microtus, Zoolithenhöhle, Wolfsschlucht mitte

Fig. 1 g: Sl 4 und Sl 5 sehr tief, Buccalseite flach (Z 57/26).
Fig. 2 g: Sl 4 äquilateral, Sl 5 seichter als bei Fig.1 (Z 64/19).
Fig. 3 g: Sl 4 beginnend provergent (Z 64/10).
Fig. 4 g: vgl. Fig.1, Vk schmaler (Z 56/11).
Fig. 5 g: Sl 5 provergent, Komplikation Vk buccal (Z 64/1).
Fig. 6 g/ar: Sl 5 provergent, Ab 4 wird kräftiger (Z 64/8).
Fig. 7 g/ar: schmale Vk, Sl 4 sehr tief, Ab 4 deutlich (Z 66/1).
Fig. 8 r: vier Triangel geschlossen, Sl 4 weit, rund (Z 57/40).
Fig. 9 r: Sl 4 provergent (Z 56/15).
Fig.10 r: schwache Sl 5 (Z 64/5).
Fig.11 r: Sl 4 provergent, Al 5 rundlich (Z 57/42).
Fig.12 r/gud: Sl 4 äquilateral, kleine Ab 4 (Z 57/45).
Fig.13 r/gud: ähnlich Fig. 12, Al 5 verrundet (Z 57/37).
Fig.14 ar: Sl 4 äquilateral, Al 5 und Ab 4 gleichwertig (Z 64/11).
Fig.15 ar: Al 6 und Ab 5 klein, Sl 4 äquilateral (Z 66/7).
Fig.16 ar: Sl 4 äquilateral, runder Kopf (Z 56/7).
Fig.17 ar: Sl 4 beginnend provergent, Sl 5 und Sb 4 flach (Z 56/17)
Fig.18 ar: Sl 4 weit, Sl 5 und Sb 4 verstzt, kleine Ab 5 und Sb 5 (Z 56/ 21).
Fig.19 ar: Sb 4 und Sl 5 deutlich, Al 6 markant (Z 66/4).
Fig.20 ar: Sl 4 leicht provergent (Z 64/18).
Fig.21 ar/g: Sl 5 deutlich und tiet, T 6 kleiner als T7 (Z 64/14).
Fig.22 ar/g: T 6 kleiner als T 7, kleiner Kopf (Z 56/2).
Fig.23 ar/ag: Sl 4 tief und provergent, Sl 5 und Sb 4 tief (Z 56/22).
Fig.24 ag: 6 geschlossene Triangel, Sl 5 deutlich (Z 57/43).


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

Tafel XL

M_1 Microtus, Zoolithenhöhle Wolfsschlucht oben

Fig. 1 par/ag: deutliche Sl 6 (Z 56/5).
Fig. 2 par/ag: Sl 4 tief, Ab 5 deutlich (Z 64/13).
Fig. 3 par: T 6/7 breit konfluent, Al 6 kräftig (Z 57/46).
Fig. 4 par: T 6/7 konfluent, Sl 5 und Sb 4 tief, Halsbildung, Al 6 deutlicher als Ab 5 (Z 57/32).
Fig. 5 par: T 6/7 konfluent, Halsbildung, Kopf rund (Z 57/29).
Fig. 6 par: Sl 4 äquilateral, Sl 6 und Sb 5 schwach (Z 57/31).
Fig. 7 aberrante Form, nach fünf geradestehenden, von offenen Synklinalen begrenzten Triangeln ist Ab 4 sowie Al 5 verkürzt, Vk einseitig verlängert, Ab 5 nach distal gerichtet (Z 56/8)

M_1 Microtus, Zoolithenhöhle, Guloloch

Fig. 8 m/n?: großer Zahn, vier geschlossene Triangel, breite Vk (Z 69/26).
Fig. 9 ar? m?: Sl 4 äquilateral, Vk kurz, (Z 69/24).
Fig.10 r: durch Kante (Ab 4) Ähnlichkeit mit der Form gud (Z 69/31)
Fig.11 r: kleine Ab 4, Sl 5 flach (Z 69/31).
Fig.12 r: deutliche Sl 5 (Z 69/44).
Fig.13 r: longi-r, vgl. Fig.12 (Z 70/2).
Fig.14 r: brachy-r, Ab 4 und Sb 4 klein (Z 69/20).
Fig.15 r: brachy-r, Sl 4 offen (Z 69/25).
Fig.16 r: Sl 4 weit, provergent, (Z 69/54).
Fig.17 g/m: T 6 weist nach mesial, T 7 gut ausgebildet (70/13).
Fig.18 g/gud: Ab 4 rund, Sl 5 und Sb 4 deutlich (Z 69/34).
Fig.19 g: Sl 4 offen äquilateral (Z 69/48).

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19

Tafel XLI

M_1 Microtus, Fuchsenloch C

Fig. 1 r: longi-r, Sl 4 provergent, Sl 5 seicht (F 49/2).
Fig. 2 r: brachy-r, Sb 3 provergent im Gegensatz zu Fig.1 (F 48/1).
Fig. 3 gud: Al 5 und Ab 5 deutlich, Sl 4 provergent (F 49/1).
Fig. 4 g/m: Sl 4 provergent, Sl 5 deutlich, Sb 3 "kantig" (F 55/2).
Fig. 5 g: Sl 4 äquilateral, Sl 5 rechtwinklig, Vk buccal flach (F 50/2).
Fig. 6 g: Sl 4 äquilateral, Sl 5 tief (F 47/2).
Fig. 7 g: ähnlich Fig. 6 (F 46/1).
Fig. 8 ad: T 4/5 konfluent durch Hals von T 6/7 getrennt, Vk breit (F 55/4).
Fig. 9 ad: vgl. Fig.8, Vk gedrungener (F 54/1).
Fig.10 ar/ Sl 4 äquilateral, Vk schmal (F 47/15).
Fig.11 ar: Sl 4 äquilateral, Sb 4 tiefer als Sl 5, Vk nach buccal geneigt (F 47/10).
Fig.12 ar: ähnlich Fig.11 (F 47/3).
Fig.13 ar: Sl 4 äquilateral, Vk schmal (F 47/11).
Fig.14 ar: ähnlich Fig.13, Sl 4 kantiger (F 47/13).
Fig.15 ar: Vk rundlich (F 55/3).
Fig.16 ar: Sl 4 äquilateral, Al 6 klein, Vk buccal mit kleiner Komplikation (F 47/7).
Fig.17 ar: Sb 4 schwach, T7 leeseitig mit kleiner Einbuchtung (F 55/1).
Fig.18 ar: Vk lingual mit Komplikation, Vk kurz (F 47/14).
Fig.19 ar: Sl 4 provergent, Sl 5 und Sb 4 flach (F 47/6).
Fig.20 ar, maskii: 2. Anteroconidhals trennt runden Kopf von T 6/7 (F 47/2).
Fig.21 ar/ag: Sl 4 trennt T 6 zur Hälfte von T 7 (F 47/16).
Fig.22 ar/ag: Trennung von T 6/7 durch provergente, tiefe Sl 4 (F 47/1).
Fig.23 ag: T 6 beinahe völlig getrennt (F 47/9).
Fig.24 par: Sl 4 provergent, trennt aber T 6 u. 7 nicht, Al 6 sehr kräftig (F 47/17).

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

Tafel XLII

M_1 Microtus, Fuchsenloch D

Fig. 1 m: Sl 4 tiefer und stärker provergent als die übrigen Lingualsynklinalen, Ab 4 deutlich nach distal gerichtet, Vk kurz und breit (F 53/1).

Fig. 2 n: Sb 3 und Sl 4 provergent, Vk einfach, kurz, (F 53/2).

Fig. 3 n: ähnlich Fig.2, Ab 4 und Al 5 deutlicher (F 53/3).

Fig. 4 n: breiter Zahn, vgl. Fig.2,3 (F 53/4).

Fig. 5 g: Sl 4 äquilateral, Sl 5 tief, Ab 4 deutlich, aber Vk buccal flach (F 51/2).

Fig. 6 g: Sl 4 weit offen, Vk schmal, Sb 4 flach (F 51/8).

Fig. 7 g: ähnlich Fig.6, Al 6 stärker, Vk breiter (F 51/9).

Fig. 8 g: Vk breit, Sl 5 eng (F 51/3).

Fig. 9 g: Sl 4 provergent, Al 5 weist nach mesial, keine Sb 4 (F 51/1).

Fig.10 g: Sl 4 provergent, Sl 5 tief, Vk schmal, Sb 4 schwach (51/5).

Fig.11 g: Sl 4 tief, provergent, T 7 lang, nach distal weisend, Anklänge an m (F 51/6).

Fig.12 g: deutlich provergente Sl 4, Sl 5 tief, Al 6 ausgebildet (F 51/4).

Fig.13 ad/maskii: t 4/5 konfluent durch Hals von T 6/7 getrennt, Al 6 vorhanden (F 52/1).

Fig.14 g: Sonderform, T7 breit mit Komplikation (F 51/7).

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

Tafel XLIII

M^3 Microtus, Hunas G2 oben

Fig. 1 großer, einfach gebauter Zahn, lange, einfache Hk, niv? (vgl. RABEDER, 1981, Abb 133); Ähnlichkeit auch mit den Formen m, g (H 76/43).
Fig. 2 m: Hk gedrungen, Sl 4 noch nicht tief (H 76/39).
Fig. 3 m: Hk schmal, fortgeschrittener als Fig.2 (H 76/42).
Fig. 4 m/n: Sl 4 relativ ausgeprägt, (H 76/34).
Fig. 5 m/n: kleiner Zahn (H 76/40).
Fig. 6 n: para-n, alle Triangel konfluent verbunden (H 76/35).
Fig. 7 n: Sl 4 nun postvergent (H 77/13).
Fig. 8 n: Hk relativ breit (H 76/13).
Fig. 9 n: Hk schmal (H 76/8).
Fig.10 n: para-n, (H 76/19).
Fig.11 n: para-n (H 76/10).
Fig.12 n: Hk schmal, Lingualsynklinalen gleichen sich (H 76/20).
Fig.13 n: Sl 4 postvergent, aber relativ kurz (H 76/15).
Fig.14 n? gue?: Hk erinnert an gue, Ab 4 nur angedeutet (H 76/26).
Fig.15 n: kleine Komplikation an der Hk (H 76/11).
Fig.16 n: Hk buccal gerade (H 76/18).
Fig.17 n: schmale, kleine Hk (H 76/22).
Fig.18 n: T 5 schmal, spitz (H 76/1).
Fig.19 n: Andeutung von Ab 4 (H 76/17).
Fig.20 n/ar: schwache Andeutung von Sl 5 (H 77/10).
Fig.21 ar: para-ar, (H 76/16).
Fig.22 ar: flache Ab 4 (H 76/28).
Fig.23 ar: Sl 5 erkennbar (H 77/6).
Fig.24 ar: Hk lang (H 77/3).
Fig.25 ar: nur zwei Triangel völlig geschlossen (H 77/8).
Fig.26 ar: Sl 5 deutlich (H 76/23).
Fig.27 ar: Sl 4 relativ kurz, Sl 5 deutlich (H 77/14).
Fig.28 ar: breite Hk (H 77/5).
Fig.29 ar: Sl 4 reicht beinahe an die Buccalseite (H 77/15).
Fig.30 ar: Hk kurz (H 77/16).

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30

Tafel XLIV

M^3 Microtus, Hunas G2 oben

Fig. 1 ar/gue: lange Hk, kleine Ab 4 (H 77/4).
Fig. 2 ar/gue: Sl 4 tief, leichte Ab 4 (H 77/1).
Fig. 3 ar/gue: breite Hk (H 77/7).
Fig. 4 ar/gue: Sl 5 angedeutet (H 77/11).
Fig. 5 ar: para-ar, Al 5 schmelzfrei (H 77/2).
Fig. 6 ar/ag: Sl 5 deutlich (H 77/9).
Fig. 7 ar/ag: Sl 5 deutlicher als bei Fig. 6 (H 76/32).
Fig. 8 g/gue: Sl 4 beginnend provergent, keine Sl 5 (H 76/38).
Fig. 9 gue: kleine Ab 4 (H 76/25).
Fig.10 gue: Hk kurz, Ab 4 deutlich (H 76/2).
Fig.11 gue: Übergang zu gue; ar/gue? od. g/gue? (H 76/30).
Fig.12 g: Sl 4 offen, provergent (H 76/44).
Fig.13 g: Sl 4 äquilateral (H 76/27).
Fig.14 gue: Hk lingual abgeflacht, beginnender Übergang zu oec (H 76/3).
Fig.15 gue/oec: Ab 4 deutlich, Sl 5 vorhanden (H 76/48).
Fig.16 gue/oec: Hk schmal, Ab 5 und Sl 5 vorhanden (H 76/45).
Fig.17 gue/oec: Hk breit, Sl 5 deutlich (H 76/64).
Fig.18 gue/oec Sonderform: T 2,3,4 bilden zusammenhängendes Feld das von Vk und Hk getrennt ist (H 76/49).
Fig.19 oec: Sl 5 deutlich eingetieft (H 76/4).
Fig.20 oec:vier Triangel geschlossen, Ab 4 und Sl 5 sehr deutlich (H 76/5).

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20

Tafel XLV

M^3 Microtus, Hunas G1 unten

Fig. 1 m: Sl 4 äquilateral, nicht tief (H 33/23).
Fig. 2 m: großer Zahn, Sl 4 schwach postvergent (H 33/52).
Fig. 3 m: kurze Sl 4, kleine Sl 5 (H 33/31).
Fig. 4 m: kurze Sl 4 (H 33/22).
Fig. 5 m: lange Hk, fast äquilaterale Sl 4 (H 33/30).
Fig. 6 m: Sl 4 offen (H 33/24).
Fig. 7 n: Sl 4 postvergent, Hk lang (H 33/32).
Fig. 8 n: Sl 4 postvergent (H 33/47).
Fig. 9 n: Hk kurz (H 33/12).
Fig.10 n: Hk lingual schmelzfrei (H 33/33).
Fig.11 n: Al 4 rund (H 33/2).
Fig.12 n: kurze Hk (H 33/14).
Fig.13 n: Sl 4-Sonderform (H 33/29) para-Form
Fig.14 n: Sl 4 weit postvergent (H 34/41).
Fig.15 n: Sl 4 reicht bis an die Buccalseite (H 33/19).
Fig.16 n/ar: sehr schwache Sl 5 (H 34/36).
Fig.17 ar: schwache Sl 5, kleine Ab 4 (H 33/1).
Fig.18 ar: Al 4 schmelzfrei (H 33/6).
Fig.19 ar: para-Form (H 34/34).
Fig.20 ar: Hk lang (H 34/35).
Fig.21 ar: breite Hk (34/48).
Fig.22 ar: Sl 4 nicht sehr tief, Sl 5 deutlich (H 34/46).
Fig.23 ar: Sl 5 deutlicher als bei Fig.22 (H 34/40).
Fig.24 ar-Sonderform: Al 4 mit Ausbuchtung (H 33/17).
Fig.25 ar-Sonderform, durch Form von T 5, bzw. Sl 4 (H 33/27).
Fig.26 ar-Sonderform: Al 4 klein, schmal, Sl 5 deutlich (H 33/21).
Fig.27 ar: Hk sehr lang (H 34/50).
Fig.28 ar: Lingualsynklinalen sehr postvergent, (H 34/49).
Fig.29 ar/ag, para-Form: Al 4 vgl. Fig. 24 (H 33/16).
Fig.30 ar/ag: Sl 5 deutlich (H 33/13).

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30

Tafel XLVI

M^3 Microtus, Hunas G1 unten

Fig. 1 ar/gue: kleine Ab 4 bei deutlicher Sl 5 (H 34/37).
Fig. 2 ar/gue: vgl. Fig.1 (H 33/8).
Fig. 3 ar/gue: deutliche Ab 4 (H 34/45).
Fig. 4 g: kurze Sl 4, Ab 4 vorhanden (H 34/51).
Fig. 5 g: Sl 4 weit, offen (H 33/20).
Fig. 6 g: Sl 4 leicht postvergent (H 34/43).
Fig. 7 gue: leichte Sl 5 bei kleiner Ab 4 (H 33/5).
Fig. 8 gue: Ab 4 deutlich (H 33/10).
Fig. 9 gue: markante Ab 4, schmelzfrei (H 33/25).
Fig.10 gue: Sl 4 tief (H 34/42).
Fig.11 gue: Sl 4 tief postvergent (H 33/28).
Fig.12 gue: deutliche Ab 4 (H 33/11).
Fig.13 gue: lange Hk (H 33/15).
Fig.14 gue: Ab 4, Sl 5 deutlich (H 33/7).
Fig.15 gue: kleine Ab 5, (H 33/3).
Fig.16 para-gue: kleine Ab 4 und Ab 5 (H 33/26).
Fig.17 gue/oec: sehr deutliche Sl 5 (H 33/4).

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17

Tafel XLVII

M^3 Microtus, Hunas G1 mitte-unten

Fig. 1 niv?: große Form, Sl 4 weder tief noch postvergent (H 7/72).
Fig. 2 m: Sl 4 weit (H 7/59).
Fig. 3 m: zwei Triangel geschlossen (H 6/33).
Fig. 4 niv: Sl 4 provergent (H 6/4).
Fig. 5 m: Hk kurz (H 8/109).
Fig. 6 n/m: Sl 4 kurz, aber postvergent (H 7/69).
Fig. 7 am? g?: Sl 4 provergent, kleiner Zahn (H 8/99).
Fig. 8 am? g?: vgl. Fig.7 (H 8/108).
Fig. 9 n:Hk kurz, Sl 4 postvergent (H 8/85).
Fig.10 n: Hk lang, Sl 4 kurz, postvergent (H 6/27).
Fig.11 n: Sl 4 tief postvergent (H 8/103).
Fig.12 n: Hk sehr lang (H 8/101).
Fig.13 n: Sl 4 sehr postvergent (H 6/23).
Fig.14 n: Al 5 spitz (H 6/1).
Fig.15 n: Sl 4 weit postvergent (H 8/77).
Fig.16 n: kurze Hk (H 6/32).
Fig.17 n: para-Form (H 7/35).
Fig.18 n: leichte Ab 4 (H 8/95).
Fig.19 n/ar: leichte Sl 5 (H 6/26).
Fig.20 ar: Sl 5 deutlicher als bei Fig.19 (H 7/43).
Fig.21 ar: vgl. Fig.20 (H 7/61).
Fig.22 ar: Hk weitgehend schmelzfrei (H 8/73).
Fig.23 ar: Al 5 schmelzfrei (H 7/52).
Fig.24 ar: Al 5 spitz (H 8/74).
Fig.25 ar: Sl 4 äquilateral, aber Sl 5 vorhanden (H 7/45).
Fig.26 ar: Al 5 spitz (H 7/60).
Fig.27 ar: Sl 4 reicht bis an Buccalseite (H 8/92).
Fig.28 ar: kleine Ab 4 (H 6/7).
Fig.29 ar: Sl 4 nicht tief, Sl 5 vorhanden (H 8/94).
Fig.30 ar: deutliche Sl 5 (H 7/57).

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30

Tafel XLVIII

M^3 Microtus, Hunas, G1 mitte-unten

Fig. 1 ar: (H 7/66)
Fig. 2 ar: Hk verbreitert (H 8/90).
Fig. 3 ar/ag: Sl 5 deutlich (H 8/87).
Fig. 4 ar/ag: Sl 4 reicht bis an Buccalseite (H 7/44).
Fig. 5 ar/ag: großer Zahn (H 7/65).
Fig. 6 ar/ag: (H 7/47).
Fig. 7 ag: Sl 5 postvergent, an übrige Lingualsynklinalen angeglichen (H 6/20).
Fig. 8 ar/gue: Ab 4 rund (H 7/48).
Fig. 9 ar/gue: vgl. Fig.8 (H 6/19).
Fig.10 ar/gue: Sl 4 postvergent (H 8/91).
Fig.11 ar/gue: Hk kurz (H 6/10).
Fig.12 niv?: Sl 4 provergent (H 6/14).
Fig.13 g: Sl 4 rund äquilateral (H 8/78).
Fig.14 g: runde Ab 4 (H 7/56).
Fig.15 g/gue: kantige Ab 4 (H 8/80).
Fig.16 gue: Ab 4 deutlich (H 8/89).
Fig.17 gue: Sl 4 postvergent (H 8/86).
Fig.18 gue: Sl 4 tief postvergent (H 7/64).
Fig.19 gue/oec: kleine Sl 5 (H 6/22).
Fig.20 gue/oec: Ab 4 deutlich, Sl 5 flach (H 6/17).
Fig.21 gue/oec: Ab 4 klein, Sl 5 deutlich (H 6/31).
Fig.22 gue/oec: Sl 5 flach (H 8/93).
Fig.23 gue/oec: Sl 4 sehr tief, Ab 4 u. Sl 5 relativ deutlich (H 6/15).
Fig.24 gue/oec: para-Form (H 6/9).
Fig.25 gue/oec: Sl 5 seitlich geöffnet (H 7/54).
Fig.26 oec: Sl 4 tief, Sl 5 deutlich (H 6/2).
Fig.27 oec: Sl 5 deutlich, seitlich geöffnet (H 6/3).

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27

Tafel XLIX

M^3 Microtus, Hunas G1 oben

Fig. 1 n: Sl 4 nicht deutlich postvergent (H 75/7).
Fig. 2 n: kurze Hk (H 75/18).
Fig. 3 n: kleine Ab 4 (H 75/1).
Fig. 4 n: ähnlich Fig. 1 (H 75/10).
Fig. 5 n: tiefe Sl 4, kurze Hk (H 75/3).
Fig. 6 n: Sl 4 postvergent (H 75/9).
Fig. 7 n: Sl 4 tief (H 75/4).
Fig. 8 n: Sl 4 wie Sl 2,3 (H 75/8).
Fig. 9 n: Hk lingual mit Komplikation (H 75/6).
Fig.10 n-aberrant: Sl 3 äquilateral, kleine Ab 4 (H 75/14).
Fig.11 n: Hk schmelzfrei (H 75/27).
Fig.12 n/ar: leichte Sl 5 (H 75/22).
Fig.13 ar: Sl 5 deutlicher als bei Fig.12 (H 75/5).
Fig.14 ar: para-Form, Sl 4 äquilateral (H 75/23).
Fig.15 ar: Hk buccal kleine Komplikation (H 75/26).
Fig.16 ar: Hk lang (H 75/21).
Fig.17 ar: Hk buccal gewölbt (H 75/20).
Fig.18 ar: Sl 5 deutlich (H 74/5).
Fig.19 ar-aberrant: Hk buccal nach mesial umgeschlagen (H 74/4).
Fig.20 g: Sl 4 kurz, kleine Ab 4 (H 75/12).
Fig.21 g: Ab 4 stärker als bei Fug. 20 (H 75/25).
Fig.22 g: vgl. Fig. 21 (H 75/17).
Fig.23 gue: Sl 4 postvergent, Ab 4 deutlich (H 75/24).
Fig.24 oec: Sl 5 deutlich, seitlich geöffnet (H 74/1).
Fig.25 oec: Ab 4 sehr stark (H 74/3).
Fig.26 oec: Sl 4 tief und weit (74/2).

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26

Tafel L

M^3 Microtus, Zoolithenhöhle, Guloloch

Fig. 1 m: kurze Hk, Sl 4 kurz (Z 71/41).
Fig. 2 n: Sl 4 tiefer als bei Fig.1 (Z 71/44).
Fig. 3 n: Sl 4 nicht sehr tief, kleine Sl 5 (Z 72/3).
Fig. 4 n: Sl 4 tief (Z 71/2).
Fig. 5 n: Sl 4 postvergent (Z 70/46).
Fig. 6 n: T 4 geschlossen (Z 71/60).
Fig. 7 n: (Z 72/2).
Fig. 8 n: Sl 4 in Form und Tiefe an Sl 2,3, angeglichen (Z 71/58).
Fig. 9 n: Sl 4 tief (Z 71/4).
Fig.10 n: Sl 4 reicht bis an Buccalseite (Z 72/4).
Fig.11 n: leichte Ab 4 (Z 71/10).
Fig.12 n: T 5 abgeschnürt (Z 71/29).
Fig.13 n: langgezogene, gerade Ab 3, leicht nach außen umgeschlagen (Z 71/32).
Fig.14 n/gue: Sl 4 rund postvergent, kleine Ab 4 (Z 71/57).
Fig.15 n/ar: Andeutung von Sl 5 (Z 71/36).
Fig.16 n: para-Form (Z 71/9).
Fig.17 n: para-Form, Hk kurz (Z 71/47).
Fig.18 n/ar: Sl 5 schwach (Z 71/21).
Fig.19 n/ar: Sl 4 nicht tief, kleine Sl 5 (Z 71/25).
Fig.20 n/ar: Sl 5 deutlich, aber Sl 4 nicht tief (Z 71/28).
Fig.21 ar: Sl 5 deutlich (Z 71/22).
Fig.22 ar: Sl 5 geknickt (Z 71/30).
Fig.23 ar:leichte Ab 4 (Z 71/35).
Fig.24 ar: Sl 4 postvergent (Z 70/50).
Fig.25 ar: nur zwei geschlossene Triangel, Sl 5 deutlich (Z 71/40).
Fig.26 ar: T 5 geschlossen, Sl 5 seicht (Z 71/39).
Fig.27 ar: vgl. Fig.26 (Z 72/5).
Fig.28 ar: drei geschlossene Dentindreiecke (71/43).
Fig.29 ar: vgl. Fig.29 (Z 71/18).
Fig.30 ar: T 3/4 konfluent ! (71/49).

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30

Tafel LI

M^3 Microtus, Zoolithenhöhle, Guloloch

Fig. 1 ar: Sl 5 seicht (Z 71/46).
Fig. 2 ar: leichte Sl 5 (Z 71/16).
Fig. 3 ar: kleine Sl 5 (Z 71/54).
Fig. 4 ar: deutliche Sl 5, Sl 4 tief, postvergent (Z 71/55).
Fig. 5 ar/gue: kleine Ab 4 (Z 71/62).
Fig. 6 ar/gue: kleine Ab 4 (Z 71/31).
Fig. 7 ar/gue: lange Hk (Z 71/8).
Fig. 8 ar/gue: Sl 4 reicht bis an Buccalseite, kleine Ab 4 (Z 71/42).
Fig. 9 ar/ag: Sl 5 deutlich, seitlich (Z 70/52).
Fig.10 ag: Sl 5 sehr deutlich (Z 71/34).
Fig.11 ag: sehr großer Zahn (Z 70/49).
Fig.12 niv: Sl 4 kurz, großer Zahn, einfach gebaut (Z 70/50).
Fig.13 niv: vgl. Fig.12, T2/3 nicht völlig getrennt (Z 70/54).
Fig.14 g: kurze Sl 4 (Z 71/59).
Fig.15 g: vgl. Fig.14 (Z 71/33).
Fig.16 g: T 5 mit Ausbuchtung nach mesial (Z 71/7).
Fig.17 g: Ab 4 deutlich, kurze Sl 4 (Z 70/45).
Fig.18 g: kleine Sl 5 (Z 71/5).
Fig.19 g: vgl. Fig.18 (Z 71/1).
Fig.20 gue/ar: Sl 4 tief, Ab 4 schwach, kleine Sl 5 (Z 71/56).
Fig.21 gue: Hk kurz, Sl 4 tief, (Z 71/50).
Fig.22 gue: (Z 71/24).
Fig.23 gue: (Z 71/19)
Fig.24 gue: Sl 4 postvergent (Z 71/61).
Fig.25 gue/oec: Sl 5 schwach (Z 71/15).
Fig.26 gue/oec: sehr deutliche Ab 4 (Z 71/20).
Fig.27 oec: Sl 5 tief, Al 6 vorhanden (Z 71/12).
Fig.28 oec: Sl 5, Al 6 deutlich (Z 71/17).
Fig.29 oec: vgl. Fig. 28 (Z 71/11).
Fig.30 oec/ag: Ab 4 nur angedeutet, Sl 5 deutlich (Z 71/26).

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30

Tafel LII

M^3 Microtus, Zoolithenhöhle, Wolfsschlucht

Fig. 1 n: offene Sl 4 (Z 64/21).
Fig. 2 n: Sl 4 tiefer als bei Fig. 1 (Z 62/8).
Fig. 3 n: kurze Hk (Z 58/7).
Fig. 4 n: Sl 4 nicht tief, aber postvergent (Z 64/28).
Fig. 5 n: Sl 2-4 tief und postvergent (Z 64/21).
Fig. 6 ar: nur zwei geschlossene Triangel, leichte Sl 5 (Z 68/11).
Fig. 7 ar: Hk lang (Z 58/5).
Fig. 8 ar: Sl 4 postvergent, Sl 5 schon deutlich (Z 58/4).
Fig. 9 ar: Al 5 spitz (Z 68/12).
Fig.10 ar: Al 5 schmelzfrei (Z 64/26).
Fig.11 ar: Hk lang und breit (Z 66/5).
Fig.12 ar: Sl 4 tief postvergent (Z 58/9).
Fig.13 ar: vgl. Fig.12 (Z 58/8).
Fig.14 ar: Sl 4 nicht sehr tief (Z 64/27).
Fig.15 ar: Sl 5 flach (Z 66/3).
Fig.16 ar: Sl 5 deutlich (Z 64/20).
Fig.17 ag: Sl 5 deutlich lateral an der Hk (Z 64/23).
Fig.18 niv: T 2/3 konfluent (Z 64/25).
Fig.19 g: Hk kurz (Z 66/21).
Fig.20 gue: Ab 4 deutlich, Sl 5 vorhanden, Sl 4 postvergent (Z 58/1).
Fig.21 gue: groß, Hk gerundet (Z 64/22).
Fig.22 gue/ar: kurze Hk, aber deutliche Ab 4 (Z 58/6).
Fig.23 gue/oec: Ab 4, Sl 5 deutlich (Z 58/3).
Fig.24 oec: Sl 5 gewinkelt (Z 58/2).
Fig.25 oec: tiefe Sl 5, nach der Seite offen (Z 62/13).

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25

Tafel LIII

M_1 Lemmus, Zoolithenhöhle, Guloloch

Fig. 1 Kurze Vk, Sl 4 und Sb 3 sehr flach (Z 70/14).
Fig. 2 Vk mesial schon etwas verlängert (Z 69/13).
Fig. 3 Ähnlich Fig.2 (Z 69/12).
Fig. 4 Sl 4 gewinkelt (Z 69/15).
Fig. 5 Vk mesial deutlich verlängert (Z 19/16).
Fig. 6 Vergleichbar mit Fig.5 (Z 69/4).
Fig. 7 Al 4 und Ab 3 verrundet (Z 69/6).
Fig. 8 Vk mesial schlotförmig verlängert (Z 69/5).
Fig. 9 Sl 4 deutlich, rund (Z 69/7).
Fig.10 Sl 4 und Sb 3 gerundet, dadurch ist das Mesialende der Vk verstärkt (Al 5, Ab 4) (Z 69/10).
Fig.11 Sl 4 geknickt, dadurch Kopfbildung (Z 69/14).
Fig.12 Vgl. Fig.11 (Z 69/11).

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

Tafel LIV

M_1 Lemmus, Zoolithenhöhle, Wolfsschlucht

Fig. 1 Kurze Vk, Sl 4 und Sb 3 flach (Z 66/10).
Fig. 2 Ähnlich Fig. 1 (Z 60/3).
Fig. 3 Sl 4 leicht geknickt, Sb 3 flach, Vorderende der Vk verhältnismäßig breit (Z 60/5).
Fig. 4 Ähnlich Fig. 3 (Z 66/20).
Fig. 5 Vk mesial etwas verlängert (Z 62/15).
Fig. 6 Sl 4 gewinkelt, Sb 3 flach (Z 62/16).
Fig. 7 Vergleichbar mit Fig. 6, Sl 3 weiter (Z 65/2).
Fig. 8 Vk mesial schlotförmig verlängert (Z 60/4).
Fig. 9 Sl 4 und Sb 3 rundlich (Z 60/18).
Fig.10 Sl 4 deutlich tief (Z 65/1).
Fig.11 Sl 4 andeutungsweise geknickt (Z 60/2).
Fig.12 Sl 4 deutlich, rund, Al 5 angedeutet (Z 62/14).

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

Tafel LV

M^3 Lemmus, Zoolithenhöhle Guloloch

Fig. 1 (Z 70/31);
Fig. 2 (Z 70/42);
Fig. 3 (Z 70/40);
Fig. 4 (Z 70/41);
Fig. 5 (Z 70/25);
Fig. 6 (Z 70/48);
Fig. 7 (Z 70/35);
Fig. 8 (Z 70/29);
Fig. 9 (Z 70/27);
Fig.10 (Z 70/30);

Allgemein keine großen morphologischen Unterschiede, Fig. 8-10 zeigen zunehmende Postvergenz der Sb 2.

M^3 Lemmus, Zoolithenhöhle Wolfsschlucht

Fig.11 (Z 66/16);
Fig.12 (Z 66/13);
Fig.13 (Z 66/19);
Fig.14 (Z 60/6);
Fig.15 (Z 65/3);
Fig.16 (Z 66/15);
Fig.17 (Z 60/10);
Fig.18 (Z 66/14);
Fig.19 (Z 65/6);
Fig.20 (Z 60/7);

Fig. 1-5 zeigt oofene Synklinalformen der Sb 2, sie trifft mit Sl 2 zusammen; Fig. 6-12 zeigt zunehmende Überlappung der beiden mittleren Synklinalen durch zunehmende Postvergenz der Sb 2.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20

Tafel LVI

M_1 Clethrionomys, Hunas

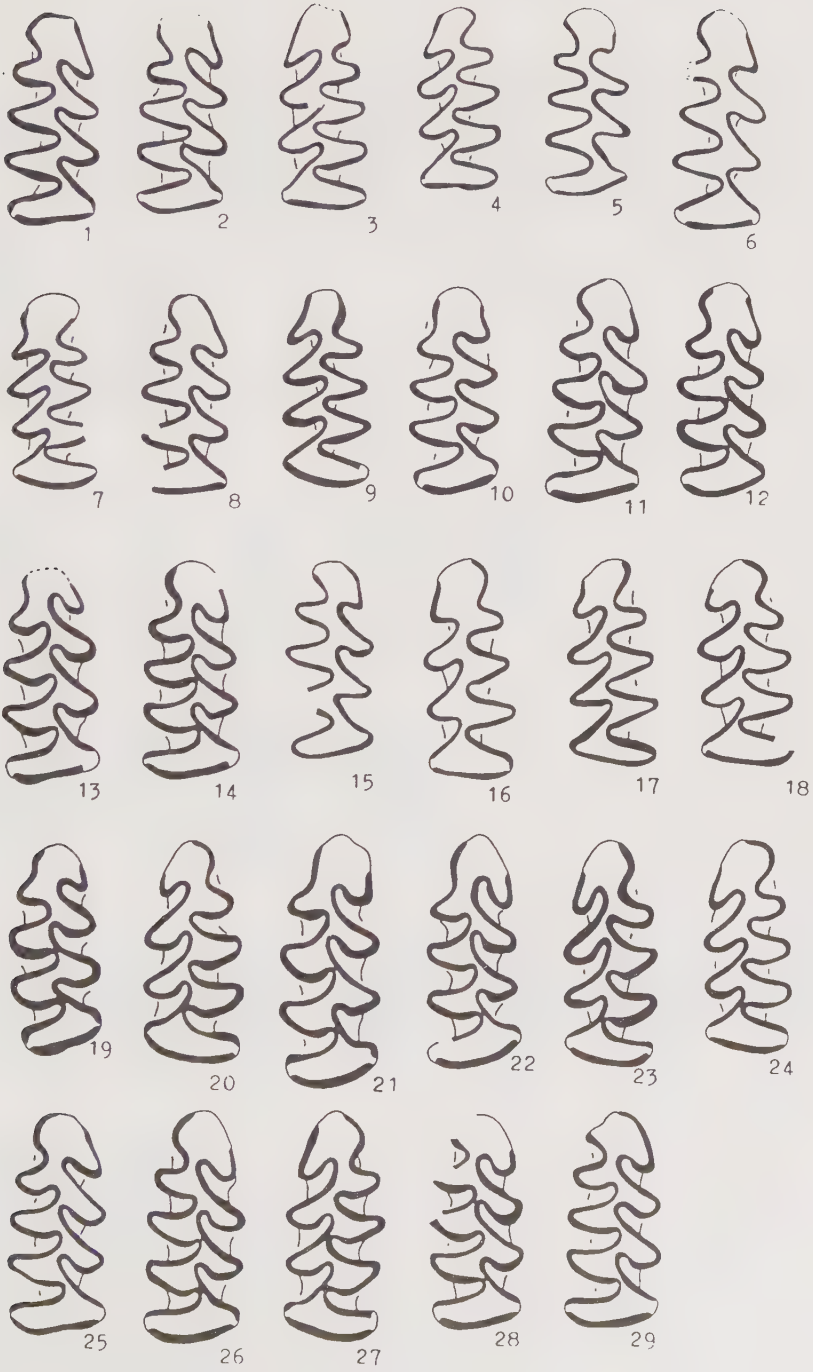
Fig. 1 Ab 4 relativ kurz (H 27/1, G2 ob).
Fig. 2 Lingual äquilaterale Synklinalen (H 13/5, G1 m-u).
Fig. 3 Lingual- und Buccalsynklinalen überschneiden sich nicht (H 13/4, G1 m-u).
Fig. 4 Konfluenz zwischen T1/2 und T3/4 (H 13/7, G1 m-u).
Fig. 5 Ab 4 stark ausgezogen (H 13/15, G1 m-u).
Fig. 6 Konfluenz zwischen T1/2 und T 3/4 (H 21/2, G1 m-u).
Fig. 7 Keine Überschneidung zwischen lingualen und buccalen Synklinalen (H 13/6, G1 m-u).
Fig. 8 Nur Buccalsynklinalen sind provergent (H 13/8, G1 m-u).
Fig. 9 Sl 1 u. 2 beginnend provergent (H 13/3, G1 m-u).
Fig.10 Sl 4 wesentlich flacher als Sb 3 (H 13/14, G1 m-u).
Fig.11 T 1-3 durch tiefe Synklinalen getrennt (H 13/9, G1 m-u).
Fig.12 Sl 1-3 leicht provergent, Sl 4 deutlich im Gegensatz zu Fig.11 (H 13/12, G1 m-u).
Fig.13 Andeutung von Sb 4 (H 13/10, G1 m-u).
Fig.14 Neben Ab 4 ist auch Al 5 kräftig entwickelt (H 13/11, G1 m-u).
Fig.15 Sl 4 deutlich aber nicht so tief wie Sb 3 (H 13/2, G1 m-u).
Fig.16 Ähnlich Fig. 15, Hals enger (H 13/1, G1 m-u).
Fig.17 Kopf flach, Sl 4 und Sb 3 provergent, Ab 4 und Al 5 weisen nach distal (H 13/13, G1 m-u).
Fig.18 Keine Überschneidung der Synklinalen (H 21/5, G1 ob).
Fig.19 Alle Synklinalen außer Sl 4 provergent (H 21/4).
Fig.20 Sl 4 tief, dadurch Halsbildung (H 21/3, G1 ob).
Fig.21 Kopf durch Sb 3 und Sl 4 deutlich abgesetzt (H 21/1, G 1ob)

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21

Tafel LVII

M_1 Clethrionomys, Zoolithenhöhle Guloloch (Gl), Wolfsschlucht (WS)

Fig. 1 Sb 3 sehr tief und provergent, dadurch Ab 3 lang (Z 70/18, Gl).
Fig. 2 Vgl. Fig.1 (Z 70/15, Gl).
Fig. 3 Al 5 als kleine Kante (Z 70/17, Gl).
Fig. 4 Kopf relativ klein (Z 70/16, Gl).
Fig. 5 Synklinalen weit, keine Überschneidung lingualer und buccaler Synklinalen (Z 68/17, WS).
Fig. 6 Buccalsynklinalen nicht tief, Lingualsynklinalen äquilateral (Z 63/12, WS).
Fig. 7 Sb 4 seicht (Z 68/16, WS).
Fig. 8 Sl 3 und Sl 4 kurz (Z 63/5, WS).
Fig. 9 Andeutung einer Sb 4 (Z 63/13, WS).
Fig.10 Sl 4 flach (Z 62/17, WS).
Fig.11 Halsbildung, Sl 1-3 provergent (Z 63/9, WS).
Fig.12 Ähnlich Fig.11, Sl 4 flacher (Z 63/3, WS).
Fig.13 Vk kurz, bis auf Sl 4 alle Synklinalen deutlich provergent (Z 63/14, WS).
Fig.14 Tiefe und provergente Synklinalen, Sl 4 deutlich, äquilateral (Z 63/10, WS).
Fig.15 Synklinalen überschneiden sich nicht, Lingualsynklinalen sind äquilateral (Z 56/16, WS).
Fig.16 Vgl. Fig.15, größerer Kopf (Z 61/12, WS).
Fig.17 Synklinalen schneiden tiefer ein als bei Fig. 15 u. 16, Lingualsynklinalen sind äquilateral (Z 61/9, WS).
Fig.18 Sl 2 u. 3 leicht provergent (Z 61/10, WS).
Fig.19 Sl 4 nur angedeutet (Z 67/4, WS).
Fig.20 Kopf klein (Z 67/1, WS).
Fig.21 Sl 1-3 und Buccalsynklinalen provergent (Z 65/9, WS).
Fig.22 Sl 4 seicht, Sb 3 extrem provergent (Z 56/4, WS).
Fig.23 Ähnlich Fig.22 (Z 61/7, WS).
Fig.24 Sl 4 deutlich (Z 65/8, WS).
Fig.25 Buccalsynklinalen tief und provergent (Z 56/13, WS).
Fig.26 Deutliche Halsbildung (Z 67/5, WS).
Fig.27 Vgl. Fig. 26 (Z 61/8, WS).
Fig.28 Kurzer Kopf durch Hals abgesetzt (Z 61/15, WS).
Fig.29 Ähnlich Fig. 28 (Z 61/13, WS).


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29

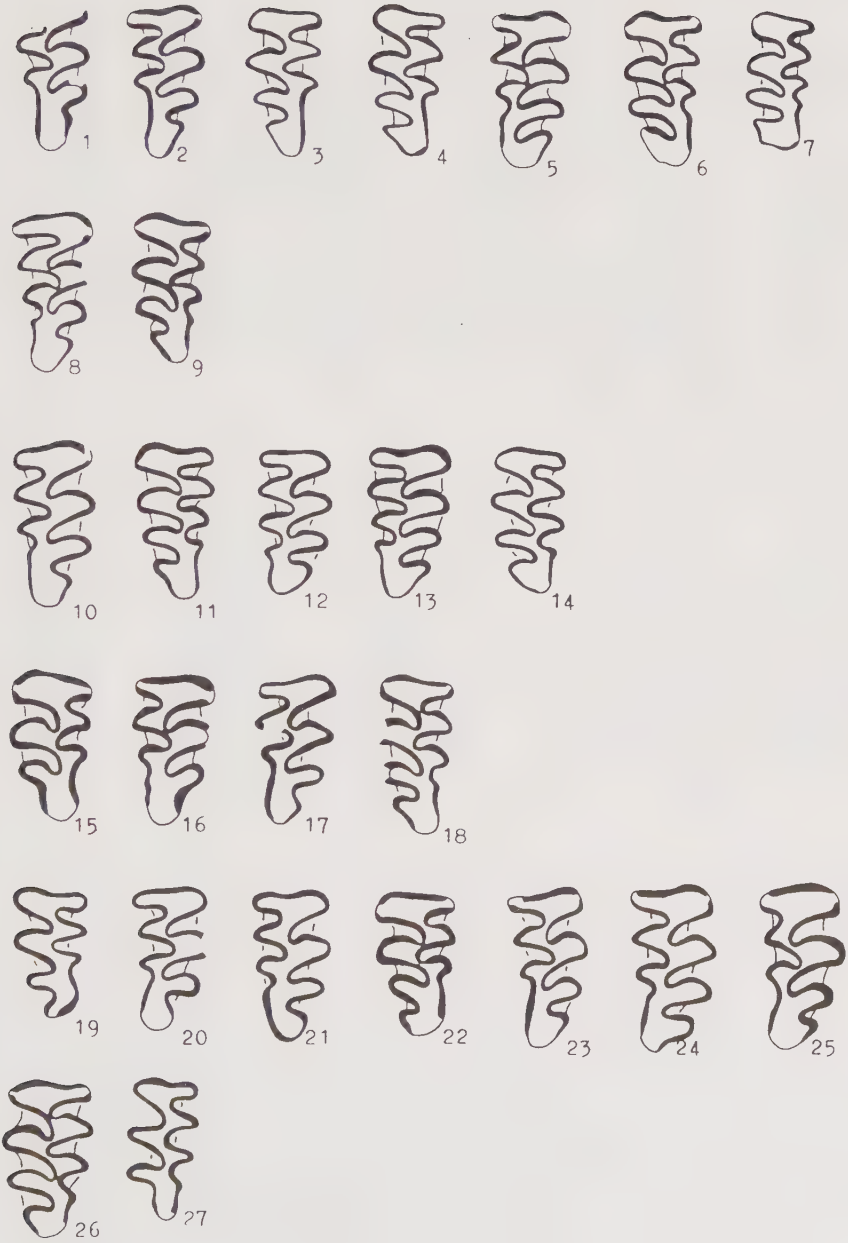
Tafel LVIII

M^3 Clethrionomys, Hunas, G1 m-u

Fig. 1 m, Al 5 nur klein (H 14/9).
Fig. 2 m, Al 5 deutlich (H 14/6).
Fig. 3 m (H 14/4).
Fig. 4 m/n Andeutung von Sl 5 (H 14/8).
Fig. 5 n, Lingualsynklinalen tief und postvergent (H 14/1).
Fig. 6 n, vgl. Fig. 5 (H 14/7).
Fig. 7 g, kleine Ab 4 (H 14/5).
Fig. 8 g, lange Hk (H 14/3).
Fig. 9 g, Hk kürzer als bei Fig. 8 (H 14/2).

M^3 Clethrionomys, Zoolithenhöhle Guloloch (Gl), Wolfsschlucht (WS)

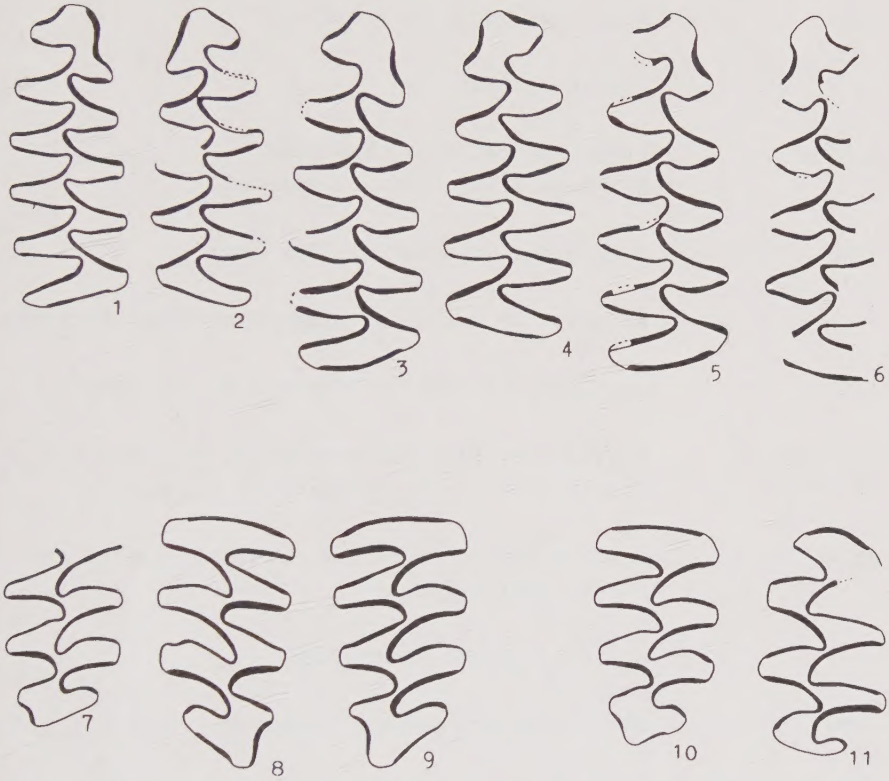
Fig.10 g, leichte Sl 5 (Z 73/3, Gl).
Fig.11 g, Hk schmal (Z 73/5, Gl).
Fig.12 g, kurze, rundliche Hk (Z 73/2, Gl).
Fig.13 g, leichte Sl 5 (Z 73/4, Gl).
Fig.14 g, kurze Hk (Z 73/1, Gl).
Fig.15 simplex (Z 68/20, WS).
Fig.16 simplex/normalis, leichte Ab 4 (Z 63/16, WS).
Fig.17 m, Ab 5 schwach entwickelt (Z 68/19, WS).
Fig.18 g, Sl 4 postvergent, Andeutung von Sl 5 (Z 63/15, WS).
Fig.19 m, Keine Überschneidung der Synklianlen (Z 61/17, WS).
Fig.20 m, Sl 4 beinahe provergent (Z 61/19, WS).
Fig.21 m/n, keine Überschneidung der Synklinalen (Z 61/16, WS).
Fig.22 n, Sl 4 kurz, postvergent (Z 65/14, WS).
Fig.23 n, Sl 4 tiefer als bei Fig.22 (Z 61/18, WS).
Fig.24 n, Sl 5 angedeutet (Z 65/13, WS).
Fig.25 n, Sl 4 kurz, aber postvergent (Z 65/15, WS).
Fig.26 g, keine Sl 5 (Z 67/10, WS).
Fig.27 noch offene, weite Synklinalen, Hk schmal (Z 67/9, WS).


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27

Tafel LIX

Dicrostonyx, M_1, M^3, M^1, Zoolithenhöhle, Guloloch (Gl) und Wolfsschlucht (WS)

Fig. 1 Fläche Sb 5 (Z 68/7, WS).
Fig. 2 Sb 5 und Sl 6 nicht ausgebildet (Z 60/16, WS).
Fig. 3 Großer Zahn, Sl 5 nur schwach provergent (Z 60/14, WS).
Fig. 4 Sl 5 deutlicher provergent als bei Fig.3 (Z 60/12, WS).
Fig. 5 Sl 5 tief und provergent (Z 60/13, WS).
Fig. 6 Sl 6 und Sb 5 relativ deutlich (Z 60/17, WS).
Fig. 7 kurze Hk, (Z 72/6, GL).
Fig. 8 Lingualsynklinalen gleichmäßig postvergent (Z 70/21, Gl).
Fig. 9 Vgl. Fig.8, relativ große Hk (Z 70/22, Gl).
Fig.10 Vgl. Fig.7, Hk kurz, Sl 4 nicht so tief wie Sl 2 u. 3 (Z 60/15, WS).
Fig.11 (Z 66/9, WS).


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11

Lebenslauf

Name	Nicola Carls, geb. Weißflog
3. 4. 1954	geboren in Hamburg
Eltern	Friedrich Weißflog, Kaufmann Herta Weißflog, geb. Rosenbauer
1960 - 1964	Besuch der Grundschule, Nürnberg
1964	Eintritt in das Melanchthon-Gymnasium, Nürnberg
1973	Abitur am Melanchthon-Gymnasium, Nürnberg
WS 73/74 u. SS 74	Studium der Fächer Germanistik, Englisch und Französisch an der Universität Erlangen
ab WS 74/75	Studium der Geologie und Paläontologie an der Universität Erlangen
1977	Diplom-Geologen-Vorprüfung
1980	Diplom-Geologen-Hauptprüfung
1981 u. 1982	wissenschaftliche Mitarbeit an dem DFG-Projekt "Quartäre Kleinsäuger", Leitung Prof. Dr. Groiß
seit 1981	Arbeiten an der Dissertation unter Leitung von Prof. Dr. Groiß

Druck: Copy Center 2000 Obere Karlstraße 30 8520 Erlangen